



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA  
MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL  
ÁREA DE RECTIFICADO DE LA EMPRESA  
RECTIFICACIONES AGUSTO.”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Christian Carlos Loredó Mendoza

John Charles Morin Vargas

**Asesora:**

Mg. Ing. Nancy Alejandra Ochoa Sotomayor

Lima – Perú

2016

## APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por los bachilleres **Christian Carlos Lored Mendoza** y **John Charles Morín Vargas**, denominada:

### **“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE RECTIFICADO DE LA EMPRESA RECTIFICACIONES AGUSTO”**

---

Ing. Nancy Alejandra Ochoa Sotomayor  
**ASESOR**

---

Ing. Luis Miguel Romero Echevarría  
**JURADO**  
PRESIDENTE

---

Ing. Guillermo Alejos Egoavil  
**JURADO**

---

Ing. Ronald Villanueva Maguiña  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedicamos la presente investigación a Dios ya que fue el principal cimiento para la construcción de nuestra vida personal y profesional. Además, Él asentó en nosotros las bases de responsabilidad, deseos de superación y nos dio fuerza y fe para creer en lo que nos parecía imposible terminar.

Dedicamos la presente investigación a nuestros padres, quienes nos ayudaron en las buenas y en las malas y, sobretodo, nos formaron con valores positivos y nos enseñaron a superar todos los problemas que nos depara la vida, lo cual nos ayudó a salir adelante en todo momento.

Dedicamos la presente investigación a nuestros amigos ya que sus palabras de apoyo y sus ejemplos de superación fueron cruciales durante nuestras etapas de infancia, educación y trabajo.

Dedicamos la presente investigación a la Universidad Privada del Norte porque nos formó óptimamente y fueron partícipes en la realización de la presente investigación.

Por último, dedicamos la presente investigación a todas las personas que invirtieron, invierten e invertirán su tiempo en leer la presente investigación.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres porque nos enseñaron una gran variedad de valores positivos y, sobretodo, por habernos dado todo su amor.

Agradecemos a nuestra asesora de tesis, Mg. Ing. Nancy Alejandra Ochoa Sotomayor, quien nos brindó la oportunidad de consultarle nuestras barreras científicas. Además, le agradecemos por facilitarnos su conocimiento científico así como también habernos tenido bastante paciencia para guiarnos y asesorarnos durante el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos a nuestros maestros ya que ellos nos motivaron a realizar una investigación relacionada a la redistribución de planta. Sin sus enseñanzas y recomendaciones, no estaríamos donde estamos ahora ni habríamos logrado lo que hemos logrado hasta ahora.

Agradecemos al personal de la empresa Rectificaciones Augusto ya que sin su ayuda, la presente investigación no se hubiera realizado.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii

	Páginas
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Antecedentes.....	14
1.1.1. Organigrama.....	15
1.1.2. Visión.....	16
1.1.3. Misión.....	16
1.1.4. Servicios que ofrece la empresa.....	16
1.1.5. Maquinaria utilizada.....	16
1.2. Realidad problemática.....	17
1.3. Formulación del problema.....	19
1.3.1. Problema general.....	19
1.3.2. Problema específico.....	19
1.4. Justificación.....	19
1.4.1. Justificación teórica.....	19
1.4.2. Justificación práctica.....	20
1.4.3. Justificación cuantitativa.....	20
1.4.4. Justificación académica.....	20
1.5. Objetivos.....	20
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicos.....	20

<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Investigaciones relacionadas a la presente tesis .....	21
2.2.1 Investigaciones internacionales.....	21
2.2.2 Investigaciones nacionales.....	22
2.2. Redistribución de planta .....	23
2.2.1. Describir los factores de localización industrial, de acuerdo con sus características, ubicando de forma idónea la empresa. ....	25
2.2.1.1. Impacto tecnológico.....	25
2.2.1.2. Factores de localización industrial.....	25
2.2.2. Distribución de una planta.....	26
2.2.2.1. Causas de los estudios de redistribución en una planta.....	26
2.2.2.1.1. Proyecto de una planta completamente nueva.....	26
2.2.2.1.2. Expansión o traslado a una planta ya existente.....	27
2.2.2.1.3. Reordenación de una distribución ya existente.....	27
2.2.2.1.4. Ajustes menores en una distribución ya existente.....	27
2.2.3. Principios básicos de la distribución en una planta.....	27
2.2.3.1. Principio de integración total o de unidad total.....	27
2.2.3.2. Principio de la mínima distancia recorrida.....	28
2.2.3.3 Principio de la circulación o recorrido.....	28
2.2.3.4. Principio del espacio cúbico.....	28
2.2.3.5. Principio de satisfacción y seguridad.....	28
2.2.3.6. Principio de flexibilidad.....	28
2.2.4. Tipos de distribución en una planta.....	29
2.2.4.1. Distribución por componente principal fijo.....	29
2.2.4.2. Distribución por proceso o función.....	29
2.2.4.3. Distribución por producto o en línea.....	29
2.2.4.4. Distribución híbrida o por células.....	29
2.2.5 El proceso.....	30
2.2.5.1. Definición de un proceso.....	30
2.2.5.2. Tipos de proceso.....	30
2.2.5.2.1 Proceso estratégico.....	31
2.2.5.2.2 Proceso clave.....	31
2.2.5.2.3 Proceso de soporte.....	31
2.2.6. Elementos de un proceso.....	32
2.2.6.1. Factores de un proceso.....	32
2.2.6.1.1. Mano de obra.....	32

2.2.6.1.2. Materiales o suministros.....	32
2.2.6.1.3. Maquinaria y equipo.....	33
2.2.6.1.4. Métodos.....	33
2.2.6.1.5. Medios de control.....	33
2.2.6.1.6. Medio ambiente.....	33
2.2.7. Diagrama de flujo.....	33
2.2.8. Diagrama de recorrido.....	33
2.2.8.1. Elaboración del diagrama de recorrido.....	34
2.2.9. Mapeo de procesos.....	34
2.3. Capacidad de producción .....	35
2.3.1. Tipos de capacidad de producción.....	38
<b>CAPÍTULO TERCERO: DESARROLLO .....</b>	<b>40</b>
3.1. El mapeo del proceso del rectificado.....	40
3.1.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) del rectificado de monoblock.....	40
3.1.2. Distribución actual de la planta. ....	47
3.2. Evaluación de los indicadores de productividad del rectificado en la distribución actual.....	48
3.2.1. Análisis del tiempo y la distancia en el proceso del rectificado.....	48
3.2.2. Análisis de la jornada laboral.....	49
3.2.3. Análisis del costo por proceso.....	50
3.3. Propuesta de la redistribución de la planta.....	53
3.3.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) del rectificado de monoblock.....	53
3.4. Evaluación de los indicadores de productividad del rectificado.....	60
3.4.1. Evaluación de los indicadores de productividad en la distribución actual y en la nueva distribución de planta en la empresa.....	60

## **CAPÍTULO CUARTO: RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

4.1.	RESULTADOS.....	62
4.2.	CONCLUSIONES.....	66
4.3.	RECOMENDACIONES.....	67
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

NÚMERO DEL GRÁFICO	PÁGINA
Gráfico 1: Organigrama de la empresa Rectificaciones Augusto .....	15
Gráfico 2: Diagrama de análisis del proceso del monoblock para el rectificado.....	44
Gráfico 3: Rectificadora de cilindros de monoblock.....	46
Gráfico 4: Distribución actual de la planta .....	47
Gráfico 5: Diagrama de análisis del proceso en la nueva distribución de la planta.....	56
Gráfico 6: Recorrido en la nueva distribución de la planta.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis del tiempo y la distancia en el proceso del rectificado.....	48
Tabla 2: Análisis detallado del tiempo bruto y del tiempo disponible.....	50
Tabla 3: Análisis detallado del costo por proceso de rectificado.....	51
Tabla 4: Evaluación de los indicadores de productividad .....	60
Tabla 5: cuadro comparativo de la distribución actual y redistribución de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto .....	62
Tabla 6: Cuadro comparativo de la distribución actual y nueva de la planta .....	64
Tabla 7: Cuadro comparativo de las mejoras en la empresa Rectificaciones Augusto.....	65

## ANEXOS

NÚMERO DE ANEXO	PÁGINA
Anexo 1: Definición de términos básicos .....	71
Anexo 2: Pulidora de cilindros .....	72
Anexo 3: Rimadora de bocina de biela.....	73
Anexo 4: Rectificadora de superficie plana .....	74
Anexo 5: Máquina probadora de culata .....	75
Anexo 6: Magnaflux .....	76
Anexo 7: Prensa hidráulica .....	77
Anexo 8: Barrenadora .....	78
Anexo 9: Torno revolver .....	79
Anexo 10: Rectificadora de cilindros .....	80
Anexo 11: Rectificadora de Cigüeñales .....	81

## RESUMEN

La empresa Rectificaciones Augusto inició sus actividades el dieciocho de julio del 2008 y, desde entonces, comienza a ofrecer una variedad de actividades, pero tiene como actividad principal la rectificación y la reconstrucción de motores de combustión interna. La empresa tiene como clientes a personas jurídicas y naturales a nivel local, regional y nacional. Considerando que la empresa está en un sector con gran demanda, requiere la mejora de su productividad para tener un plus competitivo ante las demás empresas relacionadas a dicho rubro.

Inicialmente analizamos las bases teóricas acerca de redistribución de planta, flujo de procesos, capacidad de producción, entre otros. Al profundizar en dichas bases teóricas, procedimos a analizar la situación actual de la empresa y luego procedimos a diseñar la estrategia de mejora, la cual consiste en mejorar la distribución actual de la empresa Rectificaciones Augusto con la finalidad de mejorar el tiempo del proceso del área de rectificado para aumentar la productividad.

Como resultado de la presente investigación, logramos mejorar en un 10.36 % el proceso del área de rectificado en la empresa y, por ende, disminuimos el tiempo del proceso e incrementamos los ingresos económicos de dicha empresa.

Por último, concluimos en que la redistribución de planta es muy importante para las empresas relacionadas al rubro de la rectificación y la reconstrucción de motores de combustión interna ya que pueden lograr los mismos resultados de la presente investigación.

Palabras clave: redistribución de planta, productividad, rectificado, monoblock

## ABSTRACT

The company Rectificaciones Augusto began its activities on July 18, 2008, and since then it started to offer a variety of services, but it has as main activity the rectification and reconstruction of internal combustion engine. The company has as client legal entities and individuals in a local, regional and domestic area. Considering that the company is in a sector with a lot of demand, it requires improvement in its productivity in order to have a competitive plus before the other companies related to the above-mentioned activity.

At the beginning, we analyzed the theoretical basis about the redistribution of plant, process flow, productivity capacity, and others. Going into details about theses theoretical basis, we proceeded to analyze the current situation of the company and then proceeded to design the strategy of improvement, and this consists in improving the current distribution of the company Rectificaciones Augusto having as purpose the improvement of the rectification's process in order to increase the productivity capacity.

As a result, we achieved a 10.36 % improvement in the process of the rectification in the company and, therefore, we decreased the time of the process and we increased the company's financial income.

Finally, we concluded that the redistribution of plant is very important for companies related to the rectification and the reconstruction of internal combustion engines since the company can get the same results stated in this research.

Key words: redistribution of plant, productivity capacity, rectification

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La presente investigación abarca el área de la redistribución de una planta ya que es un tema muy importante si se quiere reducir costos e incrementar la productividad. Respecto al ámbito analizado, Chase, R. (2009) establece que “la decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico”.

Es una investigación que tiene como objetivo principal determinar en qué medida la propuesta de distribución de la planta mejora la capacidad de producción en la empresa Rectificaciones Augusto.

Es una investigación que tiene como objetivo principal determinar en qué medida la propuesta de redistribución de la planta mejora la capacidad de producción en la empresa Rectificaciones Augusto y cuatro objetivos específicos con la finalidad de mejorar su capacidad de producción: (a) realizar el mapeo del proceso del área de rectificado; (b) analizar la situación actual del proceso del rectificado; (c) proponer una redistribución de planta del área de rectificado; (d) evaluar los indicadores de productividad del rectificado.

La importancia de la presente tesis es: (a) la disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores; (b) la circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos durante el proceso del área de rectificado; (c) la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad; (d) la seguridad del personal y la disminución de accidentes; (e) la disminución del tiempo del proceso; y, por último, (f) el incremento de la productividad en la empresa Rectificaciones Augusto.

Esta investigación presenta los siguientes capítulos:

El capítulo primero determina los antecedentes, los problemas, los objetivos y la justificación de la empresa Rectificaciones Augusto.

El capítulo segundo presenta las investigaciones relacionadas con la investigación, las teorías científicas que sustentan la investigación y la definición de términos básicos.

El capítulo tercero muestra el desarrollo y la aplicación de la redistribución de la planta en la empresa Rectificaciones Augusto.

El capítulo cuarto indica los resultados y las conclusiones de la investigación.

## **1.1. Antecedentes**

La presente investigación se realiza en la empresa Rectificaciones Augusto. En coordinación con la gerencia general de la empresa, procedimos a analizar e investigar el proceso aplicado al rectificado del monoblock (cilindros del monoblock).

La empresa Rectificaciones Augusto inició sus actividades el dieciocho de julio del 2008 y tiene como actividad principal la rectificación y la reconstrucción de motores de combustión interna.

Desde el inicio de sus actividades, la empresa tiene una gran cantidad de clientes (personas naturales y personas jurídicas) que necesitan realizar un servicio especializado de rectificación y/o reconstrucción de motores de combustión interna.

Los clientes poseen automóviles y/o maquinarias de combustión interna: i) gran parte de los clientes son personas naturales que utilizan sus vehículos por distintas razones como desplazarse a sus centros de trabajo, pasear con amigos y familiares, trabajar como taxistas, entre otras razones; y ii) menor parte de nuestros clientes son personas jurídicas o representantes legales que requieren un servicio especializado de mantenimiento y/o reparación de los motores utilizados en sus plantas para los procesos industriales.

Desde el punto de vista demográfico, cabe señalar que la empresa brinda el servicio especializado de mantenimiento y/o reparación de motores a clientes varones que tienen entre 25 y 55 años de edad que viven en el Perú, únicamente en el departamento de Lima, específicamente en los distritos de Independencia, Comas, Carabayllo y Los Olivos.

Las razones que se han tomado en cuenta para la elección del rectificado del monoblock como el área principal de investigación son:

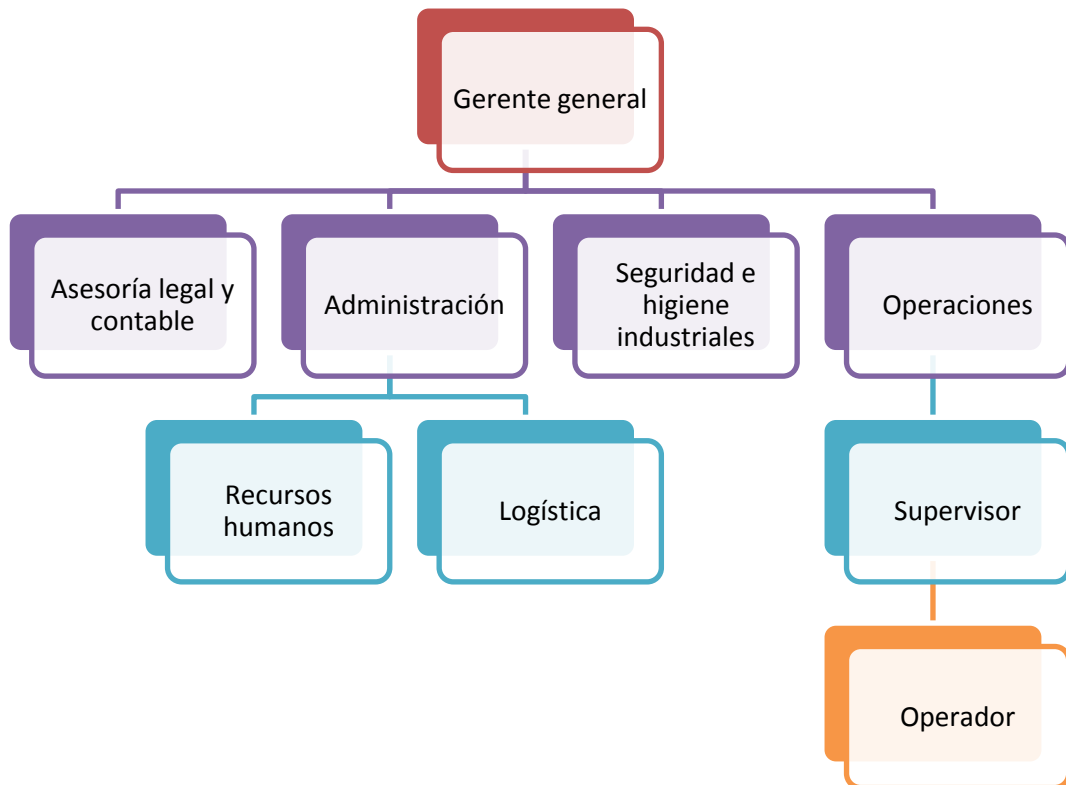
- ✓ El servicio que más tiempo toma para llevarse a cabo.
- ✓ El servicio más solicitado y el que mayor utilidad brinda.

- ✓ La gerencia quiere mejorar este servicio para aumentar los ingresos económicos y disminuir el tiempo de su realización.
- ✓ El proceso aplicado al rectificado del monoblock se retrasa.

### 1.1.1. Organigrama

Gráfico 1

Organigrama de la empresa Rectificaciones Augusto S.A.C.



Fuente: Rectificaciones Augusto  
Autor: Elaboración propia

### **1.1.2. Visión**

Ser reconocidos como la empresa líder en el rubro de rectificado a nivel local, regional y nacional logrando la satisfacción total de nuestros clientes y trabajadores.

### **1.1.3. Misión**

Brindar servicios relacionados al rectificado a nuestros clientes (personas naturales y jurídicas) en el menor tiempo, centrándonos en la calidad para el cliente y en la seguridad de nuestros trabajadores.

### **1.1.4. Servicios que ofrece la empresa**

La empresa tiene como rubro el servicio de rectificado automotriz en los diferentes elementos que componen un motor:

- a) Culata: pieza de metal que se ajusta al bloque de un motor de explosión y cierra el cuerpo de los cilindros.
- b) Biela: pieza del motor que sirve para transformar el movimiento rectilíneo en movimiento de rotación
- c) Monoblock: parte base del motor que aloja los cilindros y los soportes de apoyo del cigüeñal.
- d) Cigüeñal: eje que transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa, aplicando el principio del mecanismo de biela-manivela (conjunto de manivelas).

### **1.1.5. Maquinaria utilizada**

- a) Probadora de culatas: Se encarga de hallar rajaduras y fisuras producidas por el recalentamiento y desgaste del motor.
- b) Rectificadora de superficies planas (cepilladora): Corrige las deformaciones de la culata producidas por el recalentamiento del motor.
- c) Magnaflux: Es una máquina de inspección de fisuras y rajaduras del eje principal o cigüeñal. Esta máquina trabaja con un polvo magnético y una luz ultravioleta en una cámara oscura.



- d) Máquina rectificadora de cigüeñales: Se encarga de corregir el desgaste de los puños o muñones de eje cigüeñal (biela y bancada).
- e) Barrenadora: Corrige el túnel de bancada donde se alojan los muñones de bancada del eje cigüeñal.
- f) Torno revolver: Sirve para mecanizar y fabricar todo tipo de piezas de acero.
- g) Rectificadora de cilindros de monoblock: Corrige los cilindros de monoblock debido al desgaste por el trabajo de este.
- h) Rimadora de bocinas de biela: Rectifica la bocina del brazo de biela.
- i) Prensa Hidráulica: Sirve para colocar los cilindros postizos en el monoblock a presión.
- j) Pulidora de cilindros: Se encarga de pulir los cilindros del acabado final al rectificado del monoblock.

## 1.2. Realidad problemática

A nivel mundial, las personas naturales compran autos, buses y camionetas como transporte privado, pero las personas jurídicas compran más maquinaria como autos, camionetas, camiones, buses, tráileres, entre otros, con fines laborales.

Al ser máquinas con diversos fines, estas se desgastan o malogran por el uso y sus propietarios (persona jurídica o natural) deben repararlo, cambiarlo o darle mantenimiento con la finalidad de seguir llevando el mismo o un mejor estilo de vida ya sea en la vida personal o laboral.

En este punto, debemos aclarar que la parte más dañada de dichas máquinas es el motor porque es la parte vital y la que da vida a toda la maquinaria. Por ello, los propietarios deben darle constante mantenimiento, reparación o un cambio de motor. Sin embargo, la situación económica a nivel mundial y nacional no es muy estable y no todos cuentan con la solvencia económica de comprar un nuevo motor, pero sí tienen la solvencia económica suficiente para reparar o darle mantenimiento al motor a través del rectificado de motor.

Aunque el rectificado de motor es la solución más económica para reparar el motor y dejarlo en estado de fábrica, la respectiva maquinaria para realizar el rectificado es altamente costosa y demanda un amplio lugar ya que se necesita de varias máquinas para poder llevar a cabo el rectificado de un motor.

Por lo tanto, las personas naturales y jurídicas necesitan tercerizar dicho servicio para no comprar la maquinaria necesaria para el rectificado.

Sin embargo, al ser varias máquinas, al ocupar bastante espacio y al ser costosas, las empresas especializadas en el rubro del rectificado son escasas a nivel mundial.

Este hecho ocurre también en nuestro país (Perú) ya que existe un incremento del parque automotor así como también un incremento de empresas privadas con maquinaria industrial. Dentro de este mundo de máquinas automovilísticas e industriales, todas las personas, sean clientes o no de la empresa Rectificaciones Augusto realizan mantenimiento y/o reparación de los motores de sus respectivas máquinas.

Sin embargo, en Lima-Perú las empresas especializadas en algún rubro son escasas y, específicamente el número de empresas especializadas en el rubro del rectificado son aún más escasos.

Conforme a lo anteriormente indicado, la empresa Rectificaciones Augusto tiene acogida a nivel nacional, pero no logra altos niveles de productividad. La empresa tiene organizada su planta de rectificado por tipos de proceso ya que las estaciones de trabajo se encuentran agrupadas por tipo específico de acción que se realiza como el rectificado de un tipo especial de pieza, el lavado y secado, el pintado y la soldadura.

Cabe señalar que la empresa Rectificaciones Augusto siempre ha tenido como objetivo primordial la reducción de costos y tiempo para incrementar la productividad y lograr ventajas competitivas frente a otras empresas que se encuentran en el mismo rubro.

A causa del objetivo primordial, “determinar en qué medida la nueva distribución de la planta mejora la capacidad de producción del área de rectificado”, por el cual nosotros realizamos el análisis y la evaluación de la situación actual de la empresa Rectificaciones Augusto. Entonces, logramos obtener el proceso y el tiempo de trabajo empleados en las estaciones de trabajo. Dichos resultados fueron plasmados en diagramas de proceso, diagramas de recorrido y toma del tiempo de producción de cada una de las actividades que conforman el proceso total del rectificado.

En el análisis notamos que la empresa Rectificaciones Augusto ya tiene establecido un proceso específico para el rectificado del monoblock (cilindros del monoblock), de donde pudimos determinar el tiempo y la distancia en que las piezas son trasladadas entre

puestos de trabajo, el tiempo total y los procesos críticos en el proceso de trabajo, entre otros puntos esenciales para la realización del rectificado.

Por lo tanto, hemos establecido ciertas dificultades que impiden mejorar la competitividad y la productividad de la empresa Rectificaciones Augusto.

- Los recorridos realizados por el personal para cada estación de trabajo toman los mismos caminos. Esto crea cruces y pérdida de tiempo y dinero y, además, puede crear accidentes laborales.
- Las estaciones de trabajo en algunos de los procesos se encuentran distanciadas unas de las otras.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿En qué medida se mejora la capacidad de producción del área de rectificado de la empresa Rectificaciones Augusto a partir de una propuesta de redistribución de planta?

#### **1.3.2. Problema Específico**

- ¿Cómo es el proceso del área del rectificado?
- ¿Cómo es la situación actual del proceso del área del rectificado?
- ¿Cómo redistribuir la planta para mejorar la capacidad de producción del área del rectificado?
- ¿En qué medida los indicadores de productividad del área del rectificado evalúan la capacidad de producción?

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación teórica**

Desde el punto de vista teórico, la investigación requiere de la indagación de conceptos y perspectivas relacionadas a la capacidad de productividad y la redistribución de planta, pero nuestra investigación va más allá ya que se quiere utilizar dichas teorías para proponer una redistribución de planta y, por lo tanto, mejorar la capacidad de producción de la planta.

#### **1.4.2. Justificación práctica**

Esta investigación se justifica ante la necesidad de la empresa de encontrar alternativas que permitan aumentar la productividad y disminuir el tiempo del proceso del rectificador del monoblock. Para tal fin, desarrollamos un método de redistribución eficiente que logre mayor rapidez y productividad en el proceso.

#### **1.4.3. Justificación cuantitativa**

La redistribución de la planta tiene como principal objetivo el incremento de las cifras económicas de la empresa Rectificaciones Augusto ya que va a mejorar las áreas de servicio y los tiempos de producción

#### **1.4.4. Justificación académica**

La presente investigación sirve como base y guía para otros estudios relacionados a la presente investigación (redistribución de planta). Por otro lado, la presente investigación también es el punto de partida para más investigaciones o implementaciones de mejoras en algún proceso de la empresa Rectificaciones Augusto. Por último, la presente investigación aportará de amplia, fundamental y especializada información a la biblioteca de la Universidad Privada del Norte sobre la redistribución de una planta.

### **1.5. Objetivo**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Mejorar la capacidad de producción del área de rectificador de la empresa Rectificaciones Augusto a partir de una propuesta de redistribución de planta.

#### **1.5.2. Objetivo específico**

- Realizar el mapeo del proceso del área de rectificador
- Analizar la situación actual del proceso del rectificador.
- Realizar una propuesta de redistribución de planta del área de rectificador.
- Evaluar los indicadores de productividad del rectificador.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Investigaciones relacionadas a la presente tesis

#### 2.1.1 Investigaciones internacionales

En la investigación *Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil*, publicada por Barón, D. (2012), el autor determinó como objetivo principal proponer alternativas de redistribución de planta que permitiesen el mejoramiento del flujo de materiales, condiciones de trabajo, y/o aprovechamiento de espacios, basándose en las prendas que abarcan desde el hilo hasta el producto terminado de la empresa Nexxos Studio. La presente investigación tuvo como conclusiones principales: i) siendo la redistribución de planta un tema relativamente nuevo, se tuvo que tener en consideración que todas las empresas eran distintas y las propuestas de redistribución podían estar basadas en el mejoramiento de sus necesidades específicas, propósitos y/o razones, generando clasificaciones diferentes a las establecidas hoy día en la literatura; ii) la detección de oportunidades de mejoramiento fue un proceso que debía considerar a las personas involucradas en la planta, ya que éstas eran quienes evidenciaban las dificultades y las posibles mejoras que se podían realizar; iii) los software de distribución de planta eran una herramienta funcional ya que permitían generar propuestas basadas en los diferentes elementos que cada uno maneja, por lo tanto, aunque podían servir de guía, se debía tener en cuenta qué aspectos no se iban a evaluar y que las propuestas arrojadas debían ser evaluadas y que dichas propuestas no siempre eran las mejores; iv) las reorganizaciones internas de los departamentos debían considerarse y llevarse a cabo sobre la propuesta de redistribución y no sobre la distribución actual. Cabe señalar que desde nuestro punto de vista consideramos que para la obtención de propuestas con gran impacto para la empresa es necesario el análisis particular de la situación actual de la planta a redistribuir con la finalidad de obtener información real y, así mismo, alternativas que sean realmente viables con los recursos actuales de la compañía.

En la investigación *Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo*, publicada por Quiceno, O. (2012), el autor estableció como objetivo principal diseñar una propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en la empresa de lácteos Alfa Ltda. Tuvo como conclusiones principales: i) se logró llevar a la práctica muchos de los conocimientos adquiridos durante la carrera relacionados con procesos y procedimientos, costos, procesos estocásticos, planeación y control de la producción etc. los cuales, fueron necesarios para abordar un problema de distribución de

planta, más aún cuando se partió de una disposición inicial que requería de un reordenamiento; ii) el análisis del sistema de manejo de materiales, permitió analizar las condiciones y medios con los cuales fue manipulado el producto en las diferentes partes del proceso, para posteriormente, realizar una evaluación de qué tan adecuados eran los equipos destinados para el manejo del material; iii) el estado de los equipos de manejo de materiales determinó en gran medida el tiempo de ciclo de las entidades dentro del sistema y se subestimó la importancia del estado de los equipos de manejo de materiales y su relación con el desempeño del sistema productivo; iv) con el estudio de tiempos la empresa tuvo un mayor control sobre las operaciones del día a día, debido a que se tendría una mayor certeza en lo relacionado a los tiempos de duración y finalización de las actividades; v) se logró obtener un diseño flexible de las instalaciones que permitió atender y adaptarse a cambios en los volúmenes de producción o cambios referentes a la introducción de nuevos productos sin que afecte los niveles de producción requeridos para cumplir con la demanda, como fue el caso de la nueva línea que Alfa Ltda. deseó incorporar a su portafolio de productos, es decir, yogures. Cabe señalar que desde nuestro punto de vista consideramos que el mantenimiento se realice en la maquinaria y que también haya capacitaciones para el personal debido a que la maquinaria y el personal son la parte fundamental de la planta y, por lo tanto, no debe desconsiderarse ninguno.

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

En la investigación Diseño de distribución en planta de una empresa textil, publicada por Muñoz, M. (2004), el autor determinó como objetivo principal diseñar una distribución en planta que permitiera optimizar la disposición de los elementos del ciclo productivo: máquinas, recursos humanos y materiales en una planta nueva; de manera que el valor creado por el sistema de producción eleve al máximo los niveles de productividad de la empresa. Tuvo como conclusiones principales: i) ha quedado establecido que la distribución en planta fue la integración de toda la maquinaria, materiales, recursos humanos e instalaciones de la empresa en una gran unidad cooperativa que trabajó conjuntamente con efectividad, minimizando los costos de producción y elevando al máximo la productividad; ii) la eficiencia de una distribución en planta se pudo evaluar en torno a factores como la inversión de capital requerida para la nueva disposición, su flexibilidad y el costo de manejo de materiales; iii) ordenar el flujo principal de la distribución sin entrar en el orden físico dentro de las áreas permitió obtener un modelo claro y preciso de la distribución; iv) el origen de los datos y su método de obtención constituyeron el punto más crítico del proceso de diseño ya que los errores generados en esta etapa pudieron hacer fracasar todo el proyecto. Cabe señalar que desde nuestro punto de vista consideramos que la distribución de una planta no debe realizarse improvisadamente sino que debe de haber un estudio en primera instancia para lograr una

excelente organización con la finalidad de obtener mayor productividad, ingresos económicos y rapidez.

En la investigación Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales, publicada por Rau, J. (2009), el autor estableció como objetivo principal obtener una mejora en la distribución racional en la planta de la empresa comercializadora de bombas industriales, ya sea por medio de una redistribución, una ampliación o un traslado, que brindase un soporte efectivo para el normal flujo de las operaciones desarrolladas, minimizando costos y actividades de acarreo y /o manipulación, asimismo proponer medidas de seguridad y lograr espacios adecuados para el personal de la empresa que permitiesen alcanzar los máximos niveles de productividad, eficacia y eficiencia acordes a los objetivos y estrategias de gestión de las operaciones vigentes. Tuvo como conclusiones principales: i) la obtención de los beneficios y la mejora de procesos, una vez implementada la nueva distribución, no fue inmediata, es más, el primer efecto de la implementación fue una caída en la productividad y en la velocidad del proceso ya que el personal debió adaptarse a la nueva redistribución; ii) los resultados de la implementación de un modelo como este tomaron entre 3 y 6 meses en generarse en su totalidad. Los indicadores de productividad, reducción de costos, incremento de eficiencia, debieron ser medidos luego de este tiempo para obtener el real impacto y los reales beneficios de la implementación del cambio; iii) para adoptar un cambio, la empresa en cuestión requirió un tiempo determinado, sus proveedores requirieron un tiempo mayor para lograr adecuarse a las nuevas prácticas. En la nueva distribución fue necesario que los proveedores respeten una serie de reglas de operaciones cuando realizaban las maniobras dentro de la planta. Cabe señalar que desde nuestro punto de vista consideramos que para realizar la redistribución de una planta es esencial que la redistribución sea viable y rápida de manera que no disminuya ni entorpezca el proceso de la planta mientras se realiza dicha distribución.

## **2.2. Redistribución de planta**

Según Moreno, C. (2001), para llevar a cabo una redistribución en planta ha de tenerse en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos.

La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos, lo cual hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria. Los

motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios: volumen de la producción, la tecnología, los procesos y el producto.

La frecuencia de la redistribución dependerá de las exigencias del propio proceso, puede ser periódicamente, continuamente o con una periodicidad no concreta. Los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son: congestión y deficiente utilización del espacio, acumulación excesiva de materiales en proceso, excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo, trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas, ansiedad y malestar de la mano de obra, accidentes laborales, dificultad de control de las operaciones y del personal.

Por otro lado, Muther, R. (1956) indica que “la redistribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y, en algunos casos, la supervivencia de una empresa”. Además, también indica que la redistribución de planta es “el proceso de reordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller”.

Por último, Moore (1962) establece siete objetivos básicos a cumplir por la redistribución en planta:

- Simplificar al máximo el proceso productivo
- Minimizar los costes de manejo de materiales
- Tratar de disminuir la cantidad de trabajo en curso
- Aprovechar el espacio de la manera más efectiva posible
- Aumentar la satisfacción del operario y procurar la seguridad en el trabajo
- Evitar inversiones de capital innecesarias
- Aumentar el rendimiento de los operarios estimulándolos convenientemente.



## **2.2.1. Describir los factores de localización industrial, de acuerdo con sus características, ubicando de forma idónea la empresa.**

### **2.2.1.1. Impacto tecnológico**

Corresponde al conocimiento como: máquinas, equipos, instalaciones, procesos, entre otros. Desde este punto de vista, la tecnología permite la transformación de insumos recibidos por la empresa en resultados (productos y/o servicios). De esta manera, la tecnología implica dos aspectos:

- a) Aspectos conceptuales o abstractos: representan el conocimiento para una aplicación práctica. Por ejemplo, métodos, procesos, procedimientos, rutinas, reglas y reglamentos, planes, programas de trabajo, entre otros.
- b) Aspectos físicos o concretos: representan el resultado práctico del conocimiento aplicado. Por ejemplo, máquinas, maquinaria, equipos, instalaciones, circuitos, entre otros.

### **2.2.1.2. Factores de localización industrial**

La localización de la planta es el aspecto más importante de cualquier proyecto ya que el impacto económico puede ser definitivo, provechoso y de alto significado.

#### **Elementos a analizar para la localización de una planta**

- Situación geográfica de mercados y materias primas: representa el balance de localización de materias primas, localización de mercados, medios y costos de transporte, y la logística resultante de estas consideraciones.
- Factores económicos: corresponde al costo de la mano de obra que se reflejará en el capital invertido y en los costos de producción (costo de mano de obra directa e indirecta, mantenimiento, supervisión, laboratorio, etc.), al lugar donde se encuentra la empresa, a la escasez de servicios, a los factores de competencia, a la influencia de un sector o industria específica, entre otros.
- Disponibilidad de recursos y servicios: esta área depende del tipo de industria específicamente ya que según la naturaleza de un proceso para realizar un producto y/o servicio se requiere de la disponibilidad específica de ciertos recursos y servicios en abundancia.

## **2.2.2 Distribución de una planta**

La distribución de una planta es un tema muy importante si se quiere reducir costos e incrementar la productividad.

Trueba, J. (2009) indica que “la misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras a conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores”.

Además, Chase, R. (2009) establece que “la decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico”.

Por último, Muther, R. (1981) añade que la distribución de planta “es una herramienta propia de la ingeniería industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional”.

### **2.2.2.1. Causas de los estudios de redistribución en una planta**

Clasificamos en cuatro las causas más frecuentes para investigar, analizar y redefinir la distribución de una planta:

#### **2.2.2.1.1. Proyecto de una planta completamente nueva**

Cuando se inicia una empresa que tiene una planta con amplio espacio, personal y procesos, debemos diseñar la instalación de la misma desde cero. La persona o el personal encargado de la distribución de la planta debe distribuir todos y cada uno de los espacios y los procesos de la planta con la finalidad de que los trabajadores aprovechen de manera eficiente y eficaz la maquinaria, los espacios y los procesos.

#### **2.2.2.1.2. Expansión o traslado a una planta ya existente**

Este caso ocurre cuando ya existe una empresa que tiene una planta con amplio espacio, personal y procesos, y queremos trasladar algo (personal, proceso, insumos, etc.) de la empresa existente a otra planta nueva. En este caso debemos adaptar el producto, los elementos y el personal para que en la nueva planta todo (personal, elementos y proceso) funcione de igual manera o mejor que la planta ya existente.

#### **2.2.2.1.3. Reordenación de una distribución ya existente**

En este caso el personal encargado debe lograr que la distribución de la planta sea un conjunto integrado de todas y cada una de sus partes para que funcione con las modificaciones de manera eficiente y eficaz. Sin embargo, en este caso existen limitaciones físicas como el ancho y largo del terreno, el material de la edificación, la forma de la edificación, entre otros.

#### **2.2.2.1.4. Ajustes menores en una distribución ya existente**

Este caso ocurre únicamente cuando se quiere modificar o eliminar algún espacio de la planta con la finalidad de disminuir los costos, mejorar la productividad o incrementar la rapidez de los procesos realizados en dicha planta.

### **2.2.3. Principios básicos de la distribución en una planta**

Para realizar una distribución de manera eficaz y eficiente, debemos considerar seis principios fundamentales:

#### **2.2.3.1. Principio de integración total o de unidad total**

Este principio establece que el hombre, los materiales, las máquinas, los procesos y otros factores esenciales en una planta deben funcionar de manera eficiente y eficaz como un equipo único. Este principio indica que no es suficiente analizar los aspectos materiales de la planta sino que también son necesarios analizar los aspectos no materiales para que todos (trabajadores y máquinas) trabajen de manera unida.

#### **2.2.3.2. Principio de la mínima distancia recorrida**

Este principio establece que la distribución debe enfocarse única y exclusivamente en acortar las distancias entre las operaciones consecutivas para incrementar la rapidez de los procesos y obtener mayor productividad en la planta.

#### **2.2.3.3. Principio de la circulación o recorrido**

Este principio indica que la distribución de la planta debe tener en cuenta única y exclusivamente la secuencia en que se transforman o montan los materiales. Esto significa que las operaciones consecutivas deben tener en la medida de lo posible la menor distancia recorrida sin que existan retrocesos ni interrupciones e interferencias.

#### **2.2.3.4. Principio del espacio cúbico**

Este principio establece que debemos aprovechar tanto el espacio horizontal como el vertical ya que se aprovecharán de manera eficiente y eficaz los espacios de la planta. De esta manera, es más económico y se ahorran espacios mal ocupados o espacios vacíos.

#### **2.2.3.5. Principio de satisfacción y seguridad**

Este principio determina que la mejor distribución de una planta es la que brinda seguridad y confianza a los trabajadores dentro de la misma. Este principio es muy efectivo en cualquier planta o empresa ya que si el trabajador es sometido a riesgos o tiene accidentes, la eficiencia y eficacia de los trabajadores disminuirán.

#### **2.2.3.6. Principio de flexibilidad**

Este principio indica que la distribución más efectiva es aquella que pueda redistribuirse con el mínimo de inconvenientes y con el costo económico más bajo posible. Este principio es importante ya que la tecnología y los procesos están en constante evolución y las plantas – tanto sus procesos, el personal y la maquinaria – también necesitan actualizaciones y/o mejoras.

## **2.2.4. Tipos de distribución en una planta**

### **2.2.4.1. Distribución por componente principal fijo**

Esta distribución es utilizada cuando el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que se encuentra en un único lugar y, por lo tanto, toda la maquinaria y equipo necesario son llevados hacia el lugar donde se elabora el material. Esta distribución normalmente se utiliza cuando el producto es muy voluminoso o es demasiado pesado. Cabe señalar que con esta distribución se requiere de pocas habilidades especializadas por parte del trabajador (obrero).

### **2.2.4.2. Distribución por proceso o función**

Esta distribución permite que todas las operaciones de la misma naturaleza estén agrupadas ya que una gran cantidad de los productos realizados en una planta necesitan la misma maquinaria y se elaboran normalmente en pequeñas cantidades. Además, esta distribución también es eficiente cuando la maquinaria es muy costosa, es muy difícil de trasladar dentro de la planta y se tiene una demanda intermitente.

### **2.2.4.3. Distribución por producto o en línea**

Esta distribución es también llamada producción en cadena ya que toda la maquinaria y equipos para elaborar un producto se encuentran ordenados y agrupados en un mismo espacio físico y el orden de la maquinaria corresponde al orden del proceso de elaboración de algún producto. Este principio se utiliza para procesos que se llevan a cabo en mayor medida con la finalidad de ahorrar tiempo y mejorar la productividad del producto. Además, este principio es ampliamente utilizado cuando la demanda de algún producto es altamente demandado y cuando el suministro de materiales puede movilizarse sin muchas dificultades.

### **2.2.4.4. Distribución híbrida o por células**

Esta distribución determina que en una planta existen varias situaciones y estas ocurren a causa de la agrupación de la maquinaria y los trabajadores que elaboran un producto. Además, este principio establece que existe un beneficio simultáneo y mutuo entre las ventajas derivadas de la eficiencia de la distribución por producto y de la flexibilidad de la distribución por proceso. Por último, este principio describe que debe utilizarse los

principios de la tecnología de grupos a la producción a través de la agrupación en familia de las personas con las mismas características y la maquinaria con las mismas características para que exista una producción eficiente en cada familia.

## **2.2.5. El proceso**

### **2.2.5.1. Definición de un proceso**

Según Roig, Al. (1998), “un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el Servicio diseña, gestiona y mejora sus procesos (acciones) para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes y otros grupos de interés”.

Conforme a las investigaciones de Pérez, J. (2010), un proceso es un conjunto de pasos que se repiten y que estas tienen una secuencia ordenada y, por último, que transforman los elementos en resultados a través de ciertas actividades.

De acuerdo con Chang, R. (1996), un proceso es un conjunto de pasos que se utilizan para convertir algún insumo en un producto, independientemente de si sea un bien tangible o intangible y que, además, puede ir desde un proceso simple como preparar una taza de café hasta un proceso complejo como fabricar un carro.

Además, Bonilla, E. (2010) establece que un “proceso es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etc.”.

### **2.2.5.2. Tipos de proceso**

Camisón, C. (2009) indica que “existen tres tipos específicos de procesos dentro de una entidad: proceso estratégico, proceso clave y proceso de soporte”

#### **2.2.5.2.1. Proceso estratégico**

Camisón, C. (2009) indica que “los procesos estratégicos son aquellos procesos mediante los cuales la empresa desarrolla sus estrategias y define los objetivos. Por ejemplo, el proceso de planificación presupuestaria, proceso de diseño de producto y/o servicio, etc.”

Asimismo, De La Cruz, J. (2008) determina que “los procesos estratégicos son aquellos mediante los que la organización define y controla sus políticas, objetivos, metas y estrategias. Dichos procesos están relacionados con planificación, desarrollo de la visión, misión y valores de la organización. Estos proporcionan las directrices y límites al resto de procesos, por lo tanto, afectan e impactan en la organización en su totalidad”.

#### **2.2.5.2.2. Proceso clave**

Camisón, C. (2009) indica que “son también denominados operativos y son propios de la actividad de la empresa, por ejemplo, el proceso de aprovisionamiento, el proceso de producción, el proceso de prestación del servicio, el proceso de comercialización, etc.”.

Igualmente Tovar, A. (2007) establece que los procesos clave son la parte fundamental de cualquier comercio y son los procesos más valiosos ya que permiten lograr los objetivos trazados por la empresa. Estos procesos clave son fundamentales, pero también son importantes los procesos relacionados ya que permiten transformar recursos para obtener productos y/o brindar servicios.

#### **2.2.5.2.3. Proceso de soporte**

Camisón, C. (2009) indica que “los procesos de apoyo o de soporte son los que proporcionan los medios (recursos) y el apoyo necesario para que los procesos clave se puedan llevar a cabo, tales como proceso de formación, proceso informático, proceso de logística, etc.”.

Según Tovar, A. (2007) afirma que los procesos de soporte son todas las demás partes de la empresa que permiten obtener los recursos necesarios y apoyan con el desarrollo de los procesos clave.

Por último, Camisón, C. (2009) indica que “también, podemos distinguir entre procesos clave y procesos críticos. En general, los procesos *clave* atienden a la definición expuesta anteriormente. Están principalmente orientados hacia la satisfacción del cliente y

en ellos se emplean una gran cantidad de los recursos disponibles por la empresa. Por otro lado, un proceso es *crítico* cuando en gran medida la consecución de los objetivos y los niveles de calidad de la empresa dependen de su desarrollo.”

#### **2.2.6. Elementos de un proceso**

Pérez, J. (2010) indica que un proceso tiene tres elementos esenciales: los inputs o entradas, las actividades y, finalmente, los outputs o salidas.

Por otro lado, Camacho, R. (2008) determina que “los inputs o entradas se dividen en recursos e insumos. Los recursos hacen referencia a la realización de los pasos del proceso y pueden ser tangibles o intangibles. Por otro lado, los insumos son bienes materiales que serán transformados para lograr obtener el producto final también llamado output o salida”.

Además, Camacho, R. (2008) añade que “las actividades son el conjunto de operaciones o tareas relacionadas entre sí que se realizan para transformar los inputs o entradas y convertirlos en outputs o salidas”.

Según Pérez, J. (2010), los outputs o salidas son los resultados o productos generados por la secuencia de actividades y que el producto del proceso ha de tener un valor intrínseco, medible o evaluable, para su cliente o usuario.

##### **2.2.6.1 Factores de un proceso**

Bonilla, E. (2010) indica que los factores de un proceso tienen seis partes principales:

###### **2.2.6.1.1. Mano de obra**

Se refiere al responsable del proceso y todo el recurso humano que interviene en el mismo, por lo que, sus conocimientos, habilidades y actitudes, influyen directamente en los resultados del proceso.

###### **2.2.6.1.2. Materiales o suministros**

Incluye a todas las entradas a ser transformadas, es decir, las materias primas, las partes en proceso y la información para su correcto uso.



#### **2.2.6.1.3. Maquinaria y equipo**

Son todas las instalaciones, maquinaria, hardware, y software que complementan a la mano de obra y permiten la realización de los procesos; los niveles de precisión y exactitud dependen de su adecuada calibración, mantenimiento y oportuno remplazo.

#### **2.2.6.1.4. Métodos**

Se refiere a la definición formal y estandarizada de las políticas, procedimientos, normas e instrucciones empleadas para la ejecución de un determinado trabajo.

#### **2.2.6.1.5. Medios de control**

Son las herramientas utilizadas para evaluar el desempeño y los resultados del proceso.

#### **2.2.6.1.6. Medio ambiente**

Es el entorno en el cual se lleva a cabo el proceso, incluye el espacio, la ventilación, la seguridad, la iluminación, etc.

### **2.2.7. Diagrama de flujo**

Rivero, A. (2010) establece que “un diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo. Se utiliza en disciplinas como la programación, la economía, los procesos industriales y la psicología cognitiva. Estos diagramas utilizan símbolos con significados bien definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de término”.

Además, Rivas, N. (2012) añade que “el diagrama de flujo de proceso es de gran utilidad para encontrar costos ocultos en el proceso analizado. El diagrama de flujo de proceso es similar al de operaciones de proceso, pero más detallado”.

### **2.2.8. Diagrama de recorrido**

Rivas, N. (2012) determina que “el diagrama de recorrido es un plano del lugar de trabajo, indicando maquinaria, muebles y almacenes. Es útil para reorganizar la planta ya que se logra acortar transportes, encontrar nuevas áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo”.

### 2.2.8.1. Elaboración del diagrama de recorrido

Rivas, N. (2012) indica que “se debe contar con un plano con la distribución actual de las áreas a considerar para la reorganización, después se deben trazar los recorridos que siguen los materiales o trabajadores durante el proceso de fabricación. El sentido del desplazamiento de materiales o trabajadores se indica colocando flechas en el recorrido trazado. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada ruta”.

### 2.2.9. Mapeo de procesos

Aprendizaje Virtual Pemex (2007) indica que el mapeo de procesos “es una metodología que permite elaborar una representación gráfica de un proceso, mostrando la secuencia de tareas que se ejecutan. Favorece el análisis y la comunicación orientada hacia la mejora de los procesos existentes, con el propósito de optimizarlos”.

Puedes ser como:

- a) Medio para que los equipos examinen los Procesos interfuncionales.
- b) Enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.
- c) Panorama de todas las actividades, tareas, pasos y medidas de un proceso.
- d) Recurso para comprender la interconexión de varias actividades y las fallas en las conexiones o actividades.

Para el Mapeo de Procesos se debe comenzar con un diagrama de flujo simple (no detallado) para analizar los procesos y comunicarlos al equipo: además es una representación gráfica donde se detallan paso a paso las actividades que lo construyen.

El diagrama de flujo simple debe:

- Ejemplificar gráficamente el proceso actual.
- Permitir conocer el tiempo en que se realiza cada actividad.
- Mostrar a los responsables y su actividad dentro del proceso.
- Facilitar la descripción escrita de los procedimientos y sus requerimientos.
- Facilitar la identificación de actividades innecesarias y situaciones problemáticas (repetición de tareas, tiempos muertos, cuellos de botella entre otros).
- Ayudar a documentar y estandarizar el proceso.
- Servir de instrumento de capacitación.

Se cuenta con disposiciones específicas que nos indican los pasos a seguir en la aplicación de la Metodología para el Mapeo de Procesos, y que se describen a continuación:

- Paso 1. Formar el equipo de trabajo: conformar un equipo principal, pero en realidad todas las personas involucradas en el proceso deben cooperar.
- Paso 2. Identificar los procesos principales: el equipo seleccionado debe trazar los pasos a seguir del proceso del producto y/o servicio.
- Paso 3. Identificar actividades: una vez que se tienen los pasos a seguir, el equipo debe detallar las actividades que se realizan en cada paso.
- Paso 4. Elaborar mapa actual: el equipo procede a elaborar el mapeo del proceso.
- Paso 5. Identificar las actividades alineadas a los macroprocesos: el equipo debe alinear los pasos a seguir del proceso analizado con los demás procesos que también se realizan en la empresa.

En esta fase es necesario identificar las actividades que correspondan a los procesos de:

- a) Ingeniería
- b) Planeación
- c) Programación
- d) Ejecución

Es de suma importancia entender que la información que se obtenga con el mapeo de procesos, servirá para proponer modificaciones si es necesario una redistribución, ya que se tendrán definidos y estructurados los pasos del proceso de un producto y/o servicio de una empresa.

### **2.3. Capacidad de producción**

El Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) indica que la capacidad de producción es el rendimiento que se mide a través de la cantidad de veces que puede realizarse un producto o servicio en un determinado período de tiempo.

Además, Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2000) establecen que la capacidad de producción se define como “el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes o servicios primarios de la compañía”.

También indican que el objetivo de la planeación estratégica de la capacidad es proveer criterios para determinar el mejor nivel de capacidad general de los recursos, con

utilización intensiva del capital, instalaciones, equipos y fuerza laboral, para respaldar la estrategia de competitividad de la empresa.

Es conveniente destacar que el coste no es el único criterio decisivo de las compras. Hay otros factores a considerar: calidad, variedad, servicio, entrega, fiabilidad, seguridad. Hay que evitar los costos ocultos de los suministros aparentemente más baratos. Indican que lo importante no es el precio de compra sino el costo del elemento instalado en el producto final y funcionando en manos del cliente.

Frente a las nuevas prioridades competitivas: productividad, calidad, flexibilidad, mayor variedad de servicios y/o productos, entre otros. Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2000) indican que las empresas deben plantearse tres grupos muy importantes para mejorar la competitividad y, por ende, la productividad:

- a) Primer grupo: Corresponde a cinco segmentos.
  - El aumento de la productividad del trabajo: según factores tales como la evolución tecnológica, el capital invertido, la tasa de uso de la capacidad instalada, la cualificación de la mano de obra, la cualificación de la gestión, la organización de la producción y el uso de energías y materias primas.
  - La mejora de la calidad: como cumplimiento de las especificaciones técnicas y como satisfacción de los requerimientos de los clientes.
  - La flexibilidad, adaptabilidad o rapidez de respuesta a los requerimientos y sus variaciones, que permite acortar los tiempos de diseño y lanzamiento de productos, así como de entrega de productos a los clientes.
  - Los servicios anexos al producto, que muchas veces hacen la diferencia competitiva, tales como instalación, capacitación del personal, mantenimiento, garantía, seguro, etc.
  - La actualización de la gama de productos y sus precios y otras condiciones.
- b) Segundo grupo: Frente a los nuevos requerimientos sociales: Atención al factor humano de la empresa. Responsabilidad social y ambiental. Manejo responsable de las nuevas tecnologías.

c) Tercer grupo: Ámbitos relacionados entre la empresa y la comunidad en la que está insertada, tales como:

- La atención al factor humano: su capacitación, motivación, participación, trabajo en equipo, etc., ya que el personal de la empresa es la base indispensable para lograr un nivel consistente de calidad.
- La responsabilidad social y ambiental de la empresa, que es un tema de importancia creciente ya que si cumplen las normativas estatales, preservarán el medio ambiente.
- El manejo responsable de las nuevas tecnologías, cuya introducción inoportuna puede ser incluso altamente perjudicial ya que se debe preparar con tiempo a la organización y a los hombres para implantar los nuevos sistemas.

Además, Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2000) también señalan que con mayor o menor diversificación funcional, los objetivos estratégicos fundamentales son normalmente los siguientes:

- La reducción de los costos por medio de una mayor eficiencia y productividad.
- El cumplimiento en tiempo y forma de los plazos, las entregas, etc.
- La mejora de la calidad.
- El aumento de la flexibilidad en suministros, procesos, productos, equipamientos, mano de obra.
- La mejora en el servicio a los clientes, por medio de la vigencia efectiva de los atributos de una buena calidad de servicio: confianza, sensibilidad, habilidad, accesibilidad, cortesía, comunicación, credibilidad, seguridad, todo basado en un amplio conocimiento del cliente.

Por último, Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2000) determinan que para dar una idea actualizada sobre la capacidad de producción, presentamos una breve síntesis de los principales problemas que hoy afrontan las empresas:

- Como acortar el tiempo que requiere la producción de bienes nuevos: esto implica coordinación y trabajo interdisciplinario entre diseñadores, ingenieros de proceso y fabricantes.
- Como desarrollar sistemas de producción flexibles: esto implica que se permita la personalización masiva de productos y servicios para ampliar la línea de productos con variedad de alternativas según los segmentos del mercado.
- Como administrar redes de producción: esto implica asegurar la calidad y homogeneizar sus normas; administrar la logística; y desarrollar un sistema de información en tiempo real que controle los procesos.
- Como desarrollar e integrar nuevas tecnologías de procesos en los sistemas de producción existentes: esto implica no solo conocer la tecnología disponible sino seleccionar la más adecuada al caso y adaptarla a las instalaciones existentes.
- Como obtener rápidamente un alto nivel de calidad, y como conservarlo en los cambios y reestructuraciones: esto implica obtener alguna ISO de calidad.
- Como administrar una fuerza laboral compleja: esto implica las culturas, lenguas y religiones diversas.
- Como adaptarse a las restricciones ambientales, las normas éticas y las restricciones gubernamentales: esto implica a toda la empresa ya que a nivel mundial se está aumentando la conciencia ecológica de las poblaciones y el rigor de las normas estatales.

### **2.3.1. Tipos de capacidad de producción**

Existen 3 tipos de capacidad de producción. A continuación indicamos cuáles son y sus respectivas definiciones:

- a) Capacidad de diseño: También la puedes conocer como mejor nivel de operación. Es la máxima producción teórica que se puede alcanzar bajo condiciones ideales.

- b) Capacidad efectiva: es la capacidad que permite a una empresa operar a su máxima capacidad.
- c) Capacidad real: corresponde a la capacidad que es útil y se genera en la empresa.

## CAPÍTULO 3: DESARROLLO

### 3.1. El mapeo del proceso del rectificado

#### 3.1.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) del rectificado de monoblock

La elaboración del Diagrama de Análisis de Proceso del rectificado de monoblock es conocer todos los detalles de la planta a investigar y mostrar los datos reales de la empresa Rectificaciones Augusto. Esta fase es sumamente importante para la investigación ya que de este diagrama y de los layouts analizaremos, planificaremos y obtendremos la nueva distribución de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto. Por lo tanto, debemos realizar un detallado y exhaustivo análisis para obtener información completa y real de la empresa procurando la mayor exactitud de la misma y evitar suposiciones que puedan retrasar la investigación.

A continuación realizamos y detallamos todos los pasos realizados para llevar a cabo el proceso del área del rectificado de monoblock en la empresa Rectificaciones Augusto:

Paso 1 - Ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos: el cliente llega a la empresa trayendo su monoblock en una unidad automotriz y dicho monoblock es trasladado a la recepción mediante un coche o carreta.

Paso 2- Evaluación del monoblock: se calibra el cilindro del monoblock midiendo el desgaste de la conicidad y la ovalación del monoblock.

Paso 3 - Redacción de la orden de servicio: se escribe en la orden el servicio, el trabajo a realizar, a qué medida se va rectificar y costo del servicio. Además, se coloca también una tarjeta con el nombre del cliente y el servicio a trabajar.

Paso 4 - Transporte del monoblock al área de lavado: se traslada el monoblock de la recepción al área de lavado mediante un coche.

Paso 5 - Izaje del monoblock en la zona de lavado en la poza: se levanta el monoblock mediante un tecla con dirección a la poza de lavado.



Paso 6 - Bajado del monoblock en la poza de lavado e inmersión: se baja lentamente el monoblock con el tecla para ser sumergido.

Paso 7 - Baño de ácido: es sumergido en soda caustica y otros agentes detergentes para el lavado del monoblock.

Paso 8 - Izaje del monoblock de la poza de lavado: se levanta el monoblock con el tecla para sacarlo de la poza.

Paso 9 - Traslado de monoblock a la zona de enjuague: se traslada el monoblock con un coche con dirección al área de enjuague.

Paso 10 - Enjuague del monoblock: se enjuaga el monoblock con agua a presión.

Paso 11 - Traslado de monoblock a la zona de secado y pintado: se traslada con un coche al área de secado y pintado.

Paso 12 - Secado de monoblock: se seca el monoblock con aire comprimido.

Paso 13 - Pintado de monoblock: se realiza el pintado del monoblock con pintura anticorrosiva.

Paso 14- Transporte del monoblock al área de rectificado: se traslada el monoblock al área de rectificado mediante un coche.

Paso 15 - Espera por turno en área de rectificado: el monoblock se ubica cerca a la máquina para esperar su turno para ser rectificado.

Paso 16 - Izaje de monoblock a la máquina rectificadora: se levanta el monoblock mediante un tecla para ser colocado en la maquina rectificadora.

Paso 17 - Colocado en la rectificadora: se baja el monoblock lentamente para evitar dañar la base de la máquina y se coloca el monoblock en ella.

Paso 18- Sujeción y comprobación en rectificadora: se sujeta y verifica que el monoblock se encuentre bien fijado en la base de la máquina.

- Paso 19 - Centrado de cilindro con la barra principal: se realiza el centrado del cilindro con la barra de la máquina que lleva un reloj de precisión.
- Paso 20 - Rectificado de monoblock: se coloca una cuchilla carburada en la barra para el rectificado del monoblock.
- Paso 21- Inspección para determinar la calidad del trabajo: se verifica con un alexómetro el correcto rectificado del cilindro.
- Paso 22 - Bajado de monoblock de la rectificadora: se levanta el monoblock con el tecla para bajarlo de la máquina.
- Paso 23 - Traslado del monoblock al área de pulido: se traslada con un coche al área de pulido de cilindros.
- Paso 24 - Izaje de monoblock a la máquina pulidora: se levanta con un tecla el monoblock para ser colocado en la máquina pulidora.
- Paso 25 - Sujeción y comprobación en pulidora: se sujeta el monoblock y se verifica que esté bien fijado.
- Paso 26 - Pulido de cilindros: la barra diamantada de la pulidora se encarga de dar el correcto bruñido del cilindro utilizando como refrigerante petróleo que, a su vez, contribuye con el acabado del pulido.
- Paso 27 - Inspección para determinar la calidad del trabajo: se verifica el acabado, la ovalación, la conicidad y el bruñido del cilindro con un alexómetro.
- Paso 28 - Bajado de monoblock de la pulidora: se baja el monoblock con el tecla.
- Paso 29 - Inspección final general del acabado del monoblock: se limpia el cilindro y se verifica con un pistón que la tolerancia entre pistón y cilindro se encuentre dentro de lo que exige el fabricante.
- Paso 30 - Traslado del monoblock al almacén de productos terminados: se traslada el monoblock mediante un coche al área de productos terminados.

Paso 31- Depósito en almacén de productos terminados: se encuentran los productos terminados que están disponibles para su entrega.

Como podemos observar, los operarios necesitan 31 pasos para llevar a cabo el rectificado de un monoblock. Cabe señalar que el proceso del área del rectificado consiste en la preparación del monoblock para el rectificado (14 pasos) y en el rectificado del monoblock (17 pasos). Ambas partes conforman todo el proceso del monoblock y son muy importantes para el rectificado del monoblock ya que se utiliza maquinaria y trabajadores (operarios) para poder realizar el rectificado del monoblock desde su etapa inicial (ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos) hasta su etapa final (depósito en almacén de productos terminados).

A continuación plasmamos en un diagrama todos los pasos realizados para llevar a cabo el proceso del rectificado de monoblock en la empresa Rectificaciones Augusto:

Gráfico 2

Diagrama de análisis del proceso del monoblock para el rectificado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)										
MATERIA DE ANÁLISIS	Rectificado de Monoblock de motor de 4 cilindros		RESUMEN							
			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO				
EMPIEZA EN:	Recepción del Taller		○	17						
TERMINA EN:	Almacén productos terminados		□	2						
MÉTODO	ACTUAL	X	⇒	6						
	PROPUESTO		D	2						
LUGAR DE APLICACIÓN	Taller de Rectificaciones Rectificadora "AUGUSTO"		▽	1						
			◻	3						
			DISTANCIA	96						
ELABORADO:	EQUIPO DE INVESTIGACIÓN		TIEMPO	262,7						
DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
				○	□	⇒	D	▽	◻	
PASO 1: Ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos	1	4,5								
PASO 2: Evaluación del monoblock	1		5							
Paso 3: Redacción de la Orden de Servicio	1		3							Se identifica el monoblock mediante el rotulado
Paso 4: Transporte del monoblock al área de Lavado	1	35	4							
Paso 5: Izaje del monoblock en la zona de Lavado en la Poza	1		2							
Paso 6: Bajado del monoblock en la Poza de lavado e inmersión	1		1							
Paso 7: Baño de Ácido	1		120							Con Soda Cáustica
Paso 8: Izaje del monoblock de la Poza de Lavado	1		2							
Paso 9: Traslado de monoblock a la zona de enjuague	1	1,5	0,5							
Paso 10: Enjuague del Monoblock	1		4							
Paso 11: Traslado de monoblock a la zona de secado y pintado	1	2	0,7							
Paso 12: Secado de Monoblock	1		2							
Paso 13: Pintado de Monoblock	1		4							Con pintura anticorrosiva
Paso 14: Transporte del monoblock al área de Rectificado	1	10	1,5							

Continuación del gráfico N° 2

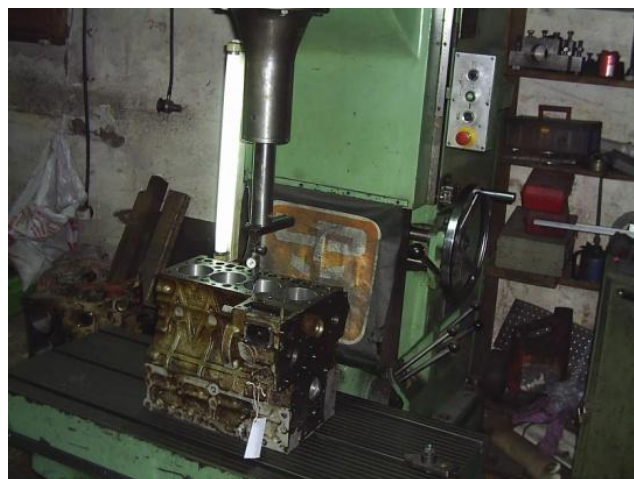
DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (M)	TIEMP O (s)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
				○	□	⇒	D	▽	●	
<b>Paso 15:</b> Espera por turno en Área de Rectificado	1		30						●	Este tiempo es variable
<b>Paso 16:</b> Izaje de monoblock a la máquina rectificadora	1		2	●						
<b>Paso 17:</b> Colocado en la Rectificadora	1		1	●						
<b>Paso 18:</b> Sujeción y comprobación en Rectificadora	1		3						●	
<b>Paso 19:</b> Centrado de cilindro con la barra principal	1		2	●						
<b>Paso 20:</b> Rectificado de monoblock	1		30	●						Ingresa líquido refrigerante y sale material desbastado
<b>Paso 21:</b> Inspección para determinar la calidad del trabajo	1		3		●					Si: continua. No: regresa a Rectificado
<b>Paso 22:</b> Bajado de monoblock de la rectificadora	1		3	●						
<b>Paso 23:</b> Traslado del monoblock al Área de Pulido	1	18	4						●	
<b>Paso 24:</b> Izaje de monoblock a la máquina pulidora	1		2	●						
<b>Paso 25:</b> Sujeción y comprobación en Pulidora	1		2						●	
<b>Paso 26:</b> Pulido de cilindros	1		15	●						Ingresa líquido refrigerante y sale material desbastado
<b>Paso 27:</b> Inspección para determinar la calidad del trabajo	1		2		●					Si: continua. No: regresa a Pulido
<b>Paso 28:</b> Bajado de monoblock de la Pulidora	1		3	●						
<b>Paso 29:</b> Inspección final general del acabado del Monoblock	1		3	●						
<b>Paso 30:</b> Traslado del monoblock al Almacén de Productos Terminados	1	25	5						●	
<b>Paso 31:</b> Depósito en almacén de Productos Terminados	1		3						●	

Fuente: Rectificaciones Augusto  
Autor: Elaboración propia

Como podemos observar en el Gráfico N° 2: Diagrama de análisis de la preparación del monoblock para el rectificado, el proceso tiene una duración de 262.7 minutos y una distancia de 96 metros: empezamos con el ingreso del monoblock al área de recepción de trabajados (4.5 m), luego evaluamos el monoblock para ver la condición actual (5 min), luego redactamos la orden del servicio (3 min), entonces transportamos el monoblock al área de lavado (35 m – 4 min) para luego realizarle el izaje en la zona de lavado en la poza

(2 min), seguidamente bajamos el monoblock en la poza de lavado e inmersión (1 min), entonces bañamos al monoblock en ácido (120 min) para luego realizarle el izaje en la poza de lavado (2 min), seguidamente trasladamos el monoblock a la zona de enjuague (0.5 min), prontamente enjuagamos el monoblock (4 min), entonces trasladamos el monoblock a la zona de secado y pintado (2 m - 0.7 min), después secamos el monoblock (2 min), luego pintamos el monoblock (4 min), entonces transportamos el monoblock al área de rectificado (10 m - 1.5 min), luego esperamos por turno en el área de rectificado (30 min), entonces le realizamos el izaje al monoblock en la máquina rectificadora (2 min), seguidamente lo colocamos en la rectificadora (1 min), después realizamos la sujeción y la comprobación en la rectificadora (3 min), entonces realizamos el centrado del cilindro con la barra principal (2 min), luego realizamos el rectificado del monoblock (30 min), seguidamente inspeccionamos el monoblock para determinar la calidad del trabajo (3 min), después bajamos el monoblock de la rectificadora (3 min), luego trasladamos el monoblock al área de pulido (18 m – 4 min), posteriormente realizamos el izaje del monoblock a la máquina pulidora (2 min), entonces realizamos la sujeción y comprobación en la pulidora (2 min), luego realizamos el pulido de los cilindros (15 min), prontamente realizamos la inspección para determinar la calidad del trabajo (2 min) para luego bajar el monoblock de la pulidora (3 min), entonces le realizamos la inspección final al monoblock (3 min), después trasladamos el monoblock al almacén de productos terminados (25 m – 5 min)y, por último depositamos el monoblock rectificado en el almacén de productos terminados (3 min).

Gráfico 3  
Rectificadora de cilindros de monoblock



Fuente: Rectificaciones Augusto  
Autor: Elaboración propia

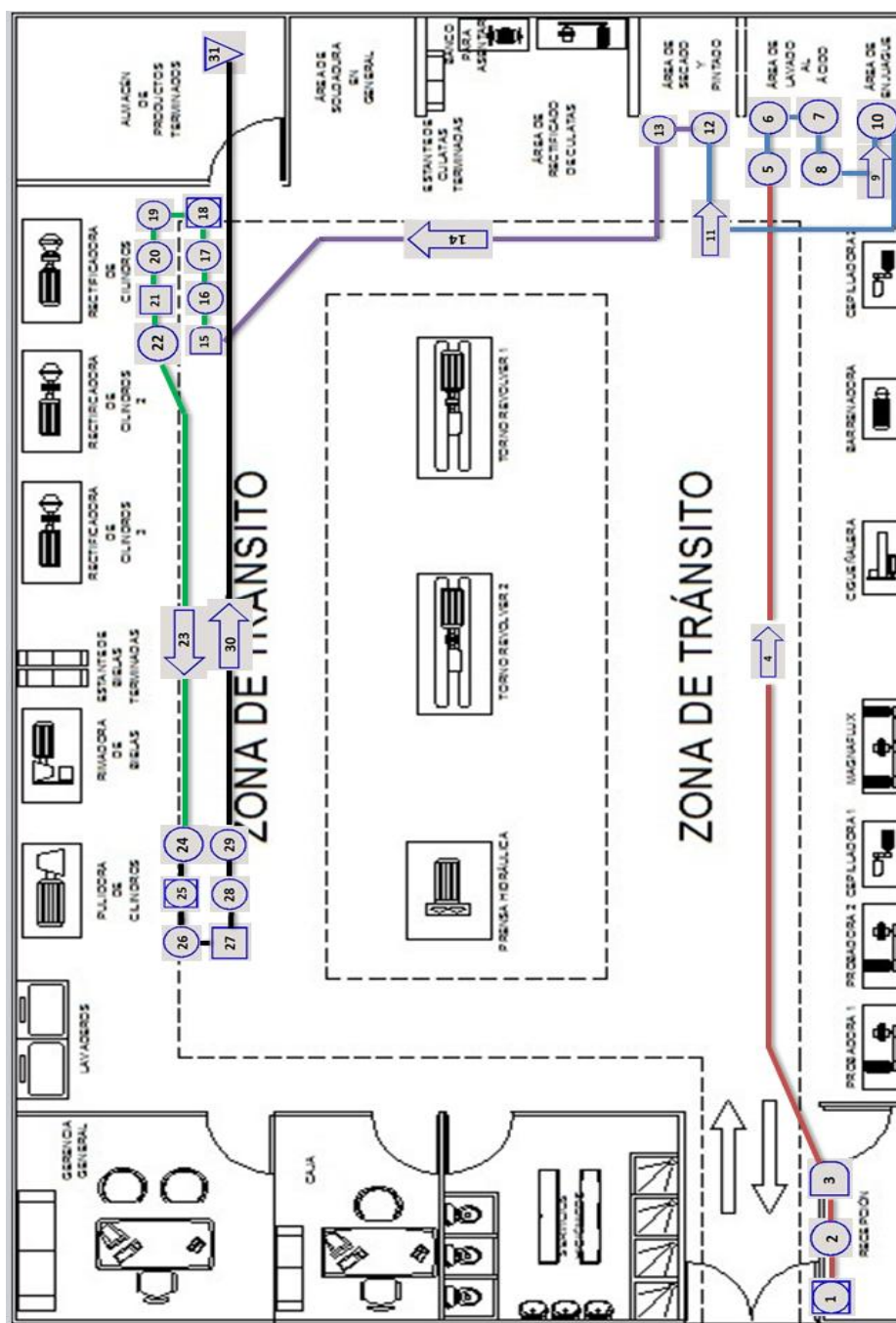


### 3.1.2 Distribución actual de la planta

El siguiente diagrama permite visualizar cómo están distribuidas las maquinarias de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto.

Gráfico 4

Distribución actual de la planta



Autor: Elaboración propia

### 3.2. Evaluación de los indicadores de productividad del rectificado en la distribución actual

#### 3.2.1. Análisis del tiempo y la distancia en el proceso del rectificado

De acuerdo con nuestro análisis al proceso del rectificado, la distancia recorrida por los operarios para la realización del rectificado de monoblock consta de 96 metros de distancia. Por otro lado, el tiempo utilizado por los operarios para la realización del rectificado de monoblock consta de 262.7 minutos.

En la siguiente tabla realizamos un análisis detallado del tiempo y la distancia en el proceso del rectificado.

Tabla 1

Análisis del tiempo y la distancia en el proceso del rectificado

ANÁLISIS DEL TIEMPO Y LA DISTANCIA EN EL PROCESO DEL RECTIFICADO		
PASOS EN EL PROCESO	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO UTILIZADO
Paso 1	4.5 m	
Paso 2		5 min
Paso 3		3 min
Paso 4	35 m	4 min
Paso 5		2 min
Paso 6		1 min
Paso 7		120 min
Paso 8		2 min
Paso 9	1.5 m	0.5 min
Paso 10		4 min
Paso 11	2 m	0.7 min
Paso 12		2 min
Paso 13		4 min
Paso 14	10 m	1.5 min
Paso 15		30 min
Paso 16		2 min
Paso 17		1 min
Paso 18		3 min
Paso 19		2 min
Paso 20		30 min



Paso 21		3 min
Paso 22		3 min
Paso 23	18 m	4 min
Paso 24		2 min
Paso 25		2 min
Paso 26		15 min
Paso 27		2 min
Paso 28		3 min
Paso 29		3 min
Paso 30	25 m	5 min
Paso 31		3 min
<b>SUMA EN TOTAL</b>	<b>96 metros</b>	<b>262.7 minutos</b>

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

### 3.2.2. Análisis de la jornada laboral

La jornada laboral por día de los operarios es de ocho horas que equivalen a 480 minutos de tiempo disponible bruto. Sin embargo, los operarios utilizan 60 minutos para el refrigerio, utilizan los servicios higiénicos cuatro veces al día y la demora por vez es cuatro minutos; por lo tanto, equivale a dieciséis minutos por el uso de los servicios higiénicos, los desplazamientos por la planta tienen una duración de diez minutos, la preparación para la salida del trabajo tiene una duración de quince minutos y, por último, el tiempo no utilizado o también llamado tiempo muerto es veinte minutos por día y, por consiguiente, el tiempo que los operarios realmente trabajan en la planta es trescientos cincuenta y nueve minutos.

A continuación esquematizamos los datos previamente analizados.

Tabla 2

Análisis detallado del tiempo bruto y del tiempo disponible

JORNADA LABORAL	
ACTIVIDAD	TIEMPO (MINUTOS)
Tiempo disponible bruto	480
REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE LA JORNADA LABORAL	
Almuerzo	60
Uso de servicios higiénicos	16
Desplazamientos	10
Preparación para la salida	15
Tiempo muerto	20
<b>TIEMPO RESTANTE</b>	<b>359</b>

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

$$X = \frac{359 \text{ (min)}}{480 \text{ (min)}} \times 100$$

$$X = 74.79 \%$$

Leyenda:

X = jornada laboral diaria aprovechada

Min = minutos

Entonces la jornada laboral diaria se aprovecha en un 74.79 %; sin embargo, el tiempo malgastado por los operarios es de un 25.21 %.

### 3.2.3. Análisis del costo por proceso

Al realizar el análisis a la empresa Rectificaciones, notamos que cobra S/. 200.00 soles al cliente natural o jurídico para la realización del rectificado de un motor, pero de dicho monto se obtiene una ganancia de S/. 142.00 soles.

A continuación, analizamos detalladamente los S/. 58.00 soles restantes que se gastan en el proceso del rectificado.

Tabla 3

Análisis detallado del costo por proceso de rectificado

MATERIAL. HERRAMIENTA Y PERSONAL UTILIZADOS	PRECIO UNITARIO POR SERVICIO EN SOLES
Operario	S/. 50.00
Corriente de la rectificadora	S/. 2.70
Corriente de la pulidora	S/. 2.70
Petróleo de la pulidora	S/. 1.00
Lija y otros	S/. 1.60
<b>MONTO TOTAL DE GASTOS</b>	<b>S/. 58.00</b>

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

a) Análisis del dinero gastado en el operario

$$X = \frac{\text{S/. } 50}{\text{S/. } 58} \times 100$$

$$X = 86.20 \%$$

Leyenda:  
X = costo  
S/. = soles

b) Análisis del dinero gastado en la corriente de la rectificadora

$$X = \frac{\text{S/. } 2.7}{\text{S/. } 58} \times 100$$

$$X = 4.65 \%$$

Leyenda:  
X = costo  
S/. = soles

c) Análisis del dinero gastado en la corriente de la pulidora

$$X = \frac{\text{S/. } 2.7}{\text{S/. } 58} \times 100$$

$$X = 4.65 \%$$

Leyenda:  
X = costo  
S/. = soles

d) Análisis del dinero gastado en petróleo de la pulidora

$$X = \frac{\text{S/. } 1.00}{\text{S/. } 58} \times 100$$

$$X = 1.72 \%$$

Leyenda:  
X = costo  
S/. = soles

e) Análisis del dinero gastado en la lija y otros

$$X = \frac{\text{S/. } 1.60}{\text{S/. } 58} \times 100$$

$$X = 2.75 \%$$

Leyenda:  
X = costo  
S/. = soles

Como podemos visualizar en la Tabla 3, notamos que el gasto más costoso es el del operario ya que la empresa gasta S/. 50.00 soles para que trabaje y abarca el 86.20 % del total gastado por servicio, luego el segundo más costoso es el de la corriente de la rectificadora y de la pulidora que abarcan el 9.3 % (S/. 5.40 soles) del total gastado por servicio, además, para el petróleo de la pulidora la empresa gasta S/. 1.00 sol que equivale al 1.72 % del total gastado por servicio y, por último, la empresa gasta S/. 1.60 soles en lija y otros que equivale al 2.75 %.

### **3.3. Propuesta de la redistribución de la planta**

#### **3.3.1. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) del rectificado de monoblock**

A continuación realizamos y detallamos todos los pasos realizados para llevar a cabo el proceso del rectificado de monoblock en la nueva distribución de planta de la empresa Rectificaciones Augusto:

- Paso 1 - Ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos: el cliente llega a la empresa trayendo su monoblock en una unidad automotriz y dicho monoblock es trasladado a la recepción mediante un coche o carreta.
- Paso 2 - Evaluación del monoblock: se calibra el cilindro del monoblock midiendo el desgaste de la conicidad y la ovalación del monoblock.
- Paso 3 - Redacción de la orden de servicio: se escribe en la orden el servicio, el trabajo a realizar, a qué medida se va rectificar y costo del servicio. Además, se coloca también una tarjeta con el nombre del cliente y el servicio a trabajar.
- Paso 4 - Transporte del monoblock al área de lavado: se traslada el monoblock de la recepción al área de lavado mediante un coche.
- Paso 5 - Izaje del monoblock en la zona de lavado en la poza: se levanta el monoblock mediante un tecele con dirección a la poza de lavado.
- Paso 6 - Bajado del monoblock en la poza de lavado e inmersión: se baja lentamente el monoblock con el tecele para ser sumergido.
- Paso 7 - Baño de ácido: es sumergido en soda caustica y otros agentes detergentes para el lavado del monoblock.
- Paso 8 - Izaje del monoblock de la poza de lavado: se levanta el monoblock con el tecele para sacarlo de la poza.
- Paso 9 - Traslado de monoblock a la zona de enjuague: se traslada el monoblock con un coche con dirección al área de enjuague.
- Paso 10 - Enjuague del monoblock: se enjuaga el monoblock con agua a presión.

- Paso 11 - Traslado de monoblock a la zona de secado y pintado: se traslada con un coche al área de secado y pintado.
- Paso 12 - Secado de monoblock: se seca el monoblock con aire comprimido.
- Paso 13 - Pintado de monoblock: se realiza el pintado del monoblock con pintura anticorrosiva.
- Paso 14 - Transporte del monoblock al área de rectificado: se traslada el monoblock al área de rectificado mediante un coche.
- Paso 15 - Espera por turno en área de rectificado: el monoblock se ubica cerca a la máquina para esperar su turno para ser rectificado.
- Paso 16 - Izaje de monoblock a la máquina rectificadora: se levanta el monoblock mediante un tecla para ser colocado en la máquina rectificadora.
- Paso 17 - Colocado en la rectificadora: se baja el monoblock lentamente para evitar dañar la base de la máquina y se coloca el monoblock en ella.
- Paso 18 - Sujeción y comprobación en rectificadora: se sujeta y verifica que el monoblock se encuentre bien fijado en la base de la máquina.
- Paso 19 - Centrado de cilindro con la barra principal: se realiza el centrado del cilindro con la barra de la máquina que lleva un reloj de precisión.
- Paso 20 - Rectificado de monoblock: se coloca una cuchilla carburada en la barra para el rectificado del monoblock.
- Paso 21 - Inspección para determinar la calidad del trabajo: se verifica con un alexómetro el correcto rectificado del cilindro.
- Paso 22 - Bajado de monoblock de la rectificadora: se levanta el monoblock con el tecla para bajarlo de la máquina.
- Paso 23 - Traslado del monoblock al área de pulido: se traslada con un coche al área de pulido de cilindros.

- Paso 24 - Izaje de monoblock a la máquina pulidora: se levanta con un tecla el monoblock para ser colocado en la maquina pulidora.
- Paso 25 - Sujeción y comprobación en pulidora: se sujeta el monoblock y se verifica que esté bien fijado.
- Paso 26 - Pulido de cilindros: la barra diamantada de la pulidora se encarga de dar el correcto bruñido del cilindro utilizando como refrigerante petróleo que, a su vez, contribuye con el acabado del pulido.
- Paso 27 - Inspección para determinar la calidad del trabajo: se verifica el acabado, la ovalación, la conicidad y el bruñido del cilindro con un alexómetro.
- Paso 28 - Bajado de monoblock de la pulidora: se baja el monoblock con el tecla.
- Paso 29 - Inspección final general del acabado del monoblock: se limpia el cilindro y se verifica con un pistón que la tolerancia entre pistón y cilindro se encuentre dentro de lo que exige el fabricante.
- Paso 30 - Traslado del monoblock al almacén de productos terminados: se traslada el monoblock mediante un coche al área de productos terminados.
- Paso 31 - Depósito en almacén de productos terminados: se encuentran los productos terminados que están disponibles para su entrega.

Como podemos observar, los operarios necesitan 31 pasos para llevar a cabo el rectificado de un monoblock. Cabe señalar que el proceso del área del rectificado consiste en la preparación del monoblock para el rectificado (14 pasos) y en el rectificado del monoblock (17 pasos). Ambas partes conforman todo el proceso del monoblock y son muy importantes para el rectificado del monoblock ya que se utiliza maquinaria y trabajadores (operarios) para poder realizar el rectificado del monoblock desde su etapa inicial (ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos) hasta su etapa final (depósito en almacén de productos terminados).

A continuación plasmamos en un diagrama todos los pasos realizados para llevar a cabo el proceso del área del rectificado de monoblock en la empresa Rectificaciones Augusto:

Gráfico 5

Diagrama de análisis del proceso en la nueva distribución de la planta

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO (DAP)										
MATERIA DE ANÁLISIS	Rectificado de Monoblock de motor de 4 cilindros		RESUMEN							
			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO				
EMPIEZA EN:	Recepción del Taller		○	17						
TERMINA EN:	Almacén productos terminados		□	2						
MÉTODO	ACTUAL		➔	6						
	PROPUESTO	X	D	2						
LUGAR DE APLICACIÓN	Taller de Rectificaciones - Rectificadora "AUGUSTO"		▽	1						
			◻	3						
			DISTANCIA	96	32,5	63,5				
ELABORADO:	EQUIPO DE INVESTIGACIÓN		TIEMPO	262,7	254,2	8,5				
DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
				○	□	➔	D	▽	◻	
Paso 1: Ingreso del monoblock al área de recepción de trabajos	1	4,5								
Paso 2: Evaluación del monoblock	1		5							
Paso 3: Redacción de la Orden de Servicio	1		3							Se identifica el monoblock mediante el rotulado
Paso 4: Transporte del monoblock al área de Lavado	1	11	2							
Paso 5: Izaje del monoblock en la zona de Lavado en la Poza	1		2							
Paso 6: Bajado del monoblock en la Poza de lavado e inmersión	1		1							
Paso 7: Baño de Ácido	1		120							Con Soda Cáustica
Paso 8: Izaje del monoblock de la Poza de Lavado	1		2							
Paso 9: Traslado de monoblock a la zona de enjuague	1	1,5	0,5							
Paso 10: Enjuague del Monoblock	1		4							
Paso 11: Traslado de monoblock a la zona de secado y pintado	1	2	0,7							
Paso 12: Secado de Monoblock	1		2							
Paso 13: Pintado de Monoblock	1		4							Con pintura anticorrosiva
Paso 14: Transporte del monoblock al área de Rectificado	1	6,5	1,5							



Continuación del Gráfico 5

DESCRIPCIÓN	CANT.	DISTANCIA (M)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
				○	□	➡	D	▽	■	
<b>Paso 15:</b> Espera por turno en Área de Rectificado	1		30							Este tiempo es variable
<b>Paso 16:</b> Izaje de monoblock a la máquina rectificadora	1		2							
<b>Paso 17:</b> Colocado en la Rectificadora	1		1							
<b>Paso 18:</b> Sujeción y comprobación en Rectificadora	1		3							
<b>Paso 19:</b> Centrado de cilindro con la barra principal	1		2							
<b>Paso 20:</b> Rectificado de monoblock	1		30							Ingresa líquido refrigerante y sale material desbastado
<b>Paso 21:</b> Inspección para determinar la calidad del trabajo	1		3							Si: continua. No: regresa a Rectificado
<b>Paso 22:</b> Bajado de monoblock de la rectificadora	1		3							
<b>Paso 23:</b> Traslado del monoblock al Área de Pulido	1	4	1							
<b>Paso 24:</b> Izaje de monoblock a la máquina pulidora	1		2							
<b>Paso 25:</b> Sujeción y comprobación en Pulidora	1		2							
<b>Paso 26:</b> Pulido de cilindros	1		15							Ingresa líquido refrigerante y sale material desbastado
<b>Paso 27:</b> Inspección para determinar la calidad del trabajo	1		2							Si: continua. No: regresa a Pulido
<b>Paso 28:</b> Bajado de monoblock de la Pulidora	1		3							
<b>Paso 29:</b> Inspección final general del acabado del Monoblock	1		3							
<b>Paso 30:</b> Traslado del monoblock al Almacén de Productos Terminados	1	3	1,5							
<b>Paso 31:</b> Depósito en almacén de Productos Terminados	1		3							

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

Como podemos observar en el Gráfico N° 5, el proceso tiene una duración de 254.2 minutos y una distancia de 32.5 metros: empezamos con el ingreso del monoblock al área de recepción de trabajados (4.5 m), luego evaluamos el monoblock para ver la condición actual (5 min), luego redactamos la orden del servicio (3 min), entonces transportamos el monoblock al área de lavado (11 m – 2 min) para luego realizarle el izaje en la zona de lavado en la poza (2 min),

seguidamente bajamos el monoblock en la poza de lavado e inmersión (1 min), entonces bañamos al monoblock en ácido (120 min) para luego realizarle el izaje en la poza de lavado (2 min), seguidamente trasladamos el monoblock a la zona de enjuague (1.5 m - 0.5 min), prontamente enjuagamos el monoblock (4 min), entonces trasladamos el monoblock a la zona de secado y pintado (2 m - 0.7 min), después secamos el monoblock (2 min), luego pintamos el monoblock (4 min), entonces transportamos el monoblock al área de rectificado (6.5 m - 1.5 min), luego esperamos por turno en el área de rectificado (30 min), entonces le realizamos el izaje al monoblock en la máquina rectificadora (2 min), seguidamente lo colocamos en la rectificadora (1 min), después realizamos la sujeción y la comprobación en la rectificadora (3 min), entonces realizamos el centrado del cilindro con la barra principal (2 min), luego realizamos el rectificado del monoblock (30 min), seguidamente inspeccionamos el monoblock para determinar la calidad del trabajo (3 min), después bajamos el monoblock de la rectificadora (3 min), luego trasladamos el monoblock al área de pulido (4 m – 1 min), posteriormente realizamos el izaje del monoblock a la máquina pulidora (2 min), entonces realizamos la sujeción y comprobación en la pulidora (2 min), luego realizamos el pulido de los cilindros (15 min), prontamente realizamos la inspección para determinar la calidad del trabajo (2 min) para luego bajar el monoblock de la pulidora (3 min), entonces le realizamos la inspección final al monoblock (3 min), después trasladamos el monoblock al almacén de productos terminados (3 m – 1.5 min)y, por último, depositamos el monoblock rectificado en el almacén de productos terminados (3 min).

A continuación, procedemos a realizar el recorrido en la nueva distribución de planta de la empresa Rectificaciones Augusto.

Este diagrama de flujo detallado ilustra el proceso de fabricación de cilindros en una planta industrial. El proceso comienza en la recepción (1-3) y avanza a través de varias etapas de procesamiento:

- Recepción (1-3):** Entrada de materia prima.
- Área de lavado al ácido (4-6):** Tratamiento inicial de los cilindros.
- Área de enlague (7-9):** Preparación de los cilindros para el pintado.
- Área de secado y pintado (10-13):** Aplicación y secado de la pintura.
- Rectificación de cilindros (14-16):** Primer nivel de acabado.
- Rectificación de cilindros (17-19):** Segundo nivel de acabado.
- Pulido de cilindros (20-22):** Tercer nivel de acabado.
- Almacenamiento de productos terminados (23-37):** Almacenamiento final de los cilindros.

El diagrama también muestra zonas de tránsito y áreas de mantenimiento, como la zona de tránsito central y la zona de tránsito lateral, así como áreas de almacenamiento de materiales y herramientas.

**Loredo Mendoza, Christian Carlos ; Morin Vargas, John Charles**

### 3.4. Evaluación de los indicadores de productividad del rectificado

#### 3.4.1. Evaluación de los indicadores de productividad en la distribución actual y en la nueva distribución de planta en la empresa Rectificaciones.

Tabla 4

Evaluación de los indicadores de productividad

Indicador	Distribución actual	Nueva distribución	Observación
Espacio	25 metros	25 metros	No hay variación
Recorrido	96 metros	32.5 metros	Mejora de 63.5 metros
Tiempo	262.7 minutos	254.2 minutos	Mejora de 8.4 minutos
Número de operadores	1	1	No hay variación
Horas por hombre	359 minutos	359 minutos	No hay variación
Sueldo por operario	S/. 1.000.00	S/. 1.000.00	No hay variación
Gasto por servicio	S/. 58.00	S/. 58.00	No hay variación
Número de pasos	31	31	No hay variación
Ganancia por servicio	S/. 142.00	S/. 142.00	No hay variación
Producción	329 rectificados x año	367 rectificados x año	Mejora de 38 rectificados

Como podemos visualizar en la Tabla 4: Evaluación de los indicadores de productividad, no existen mejoras en los indicadores “espacio”, “número de operadores”, “horas por hombre”, “sueldo”, “gasto por servicio”, “número de pasos” y “ganancia por servicio”; sin embargo, notamos que sí existe una mejora en los indicadores “recorrido”, “tiempo” y, sobretodo, “producción”.

A continuación evaluamos los indicadores donde hay mejora:

a) Variable: Recorrido

$$\begin{aligned}96 - 32.5 &= 63.5 \\X &= \frac{63.5}{96} \times 100 \\X &= 66.15 \%\end{aligned}$$

Leyenda:  
X = mejora  
m = metros

b) Variable: Tiempo

$$\begin{aligned}262.7 - 254.2 &= 8.5 \\X &= \frac{8.5}{262.7} \times 100 \\X &= 3.24 \%\end{aligned}$$

Leyenda:  
X = mejora  
m = minutos

c) Variable: Producción

$$\begin{aligned}367 - 329 &= 38 \\X &= \frac{38}{367} \times 100 \\X &= 10.35 \%\end{aligned}$$

Leyenda:  
X = mejora  
r = rectificado

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. RESULTADOS

Los análisis llevados a cabo a la empresa Rectificaciones Augusto antes de la redistribución de planta y después de la redistribución de planta permitieron analizar y comparar los resultados obtenidos.

A continuación, presentamos un cuadro comparativo para analizar y comparar los resultados obtenidos.

Tabla 5

Cuadro comparativo de la distribución actual y redistribución de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto

Variable	Distribución actual de la planta	Redistribución de la planta
Distancia recorrida	96 m	32.5 m
Tiempo utilizado	262.7 min	254.2
Jornada laboral	359 min por semana	359 min por semana
Ganancia por rectificado	S/. 142.00	S/. 142.00

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

Como podemos visualizar en la Tabla 5: cuadro comparativo de la distribución actual y redistribución de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto, notamos que el proceso del área del rectificado en la distribución actual de la planta tiene una distancia recorrida de 96 metros, el tiempo utilizado es de 262.7 minutos, la jornada laboral es de 359 minutos por semana y el costo del rectificado es de S/. 200.00 soles, cuya ganancia es de S/. 142.00; sin embargo, el proceso del área del rectificado en la nueva distribución de la planta tiene una distancia recorrida de 32.5 metros, el tiempo utilizado es de 254.2 minutos, la jornada laboral es de 359 minutos por semana y el costo del rectificado es de S/. 200.00 soles, cuya ganancia es de S/. 142.00.

A continuación, procedemos a describir el análisis realizado a los datos obtenidos de la actual distribución de la planta: tomando como referencia los datos establecidos en los capítulos anteriores, determinamos que para llevar a cabo el rectificado de un monoblock desde el primer paso (recepción en el taller) hasta el último paso (almacenamiento del monoblock en el almacén de productos terminados) los operarios deben utilizar únicamente un día ya que por día trabajan 359 minutos y el tiempo del rectificado del monoblock es 262.7 minutos. Una semana de trabajo de lunes a viernes equivale a 2400 minutos de tiempo disponible bruto, pero con la reducción del tiempo la jornada laboral en una semana tiene una duración de 1795 minutos. Por lo tanto, durante una semana en la planta de la empresa Distribuciones Augusto se realizan 6 rectificados de monoblock que toman un tiempo de 1576.2 minutos. Sin embargo, en la planta aún tienen 218.8 minutos del último día de la semana (viernes) para realizar el 83.2% de otro rectificado de monoblock con la finalidad de terminarlo la próxima semana (lunes). Por lo tanto, como se cobra S/. 200.00 soles por rectificado y se gana S/. 142.00 soles por rectificado, entonces existe un ingreso económico semanal de S/. 970.1 soles a causa de los 6 rectificados (S/. 852.00) más el 83.2% (S/. 118.1) de un rectificado por el tiempo que sobra durante la jornada laboral semanal.

A continuación, procedemos a describir el análisis realizado a los datos obtenidos de la nueva distribución de la planta: tomando como referencia el gráfico N° 5: Diagrama de análisis del proceso en la nueva distribución de la planta, determinamos que para llevar a cabo el rectificado de un monoblock desde el primer paso (recepción en el taller) hasta el último paso (almacenamiento del monoblock en el almacén de productos terminados) los operarios deben utilizar únicamente un día ya que por día trabajan 359 minutos y el tiempo del rectificado del monoblock es 254.2 minutos. Una semana de trabajo de lunes a viernes equivale a 2400 minutos de tiempo disponible bruto, pero con la reducción del tiempo la jornada laboral en una semana tiene una duración de 1795 minutos. Por lo tanto, como se cobra S/. 200.00 soles por rectificado y se gana S/. 142.00 soles por rectificado, entonces durante una semana en la planta de la empresa Rectificaciones Augusto se logra un ingreso económico semanal de S/. 995.1 soles a causa de los 7 rectificados (S/. 994.00 soles) que toman un tiempo de 1779.4 minutos más el 0.8 % (S/. 1.1) de otro rectificado más que se realiza ya que sobra tiempo (15.6 minutos) en la jornada laboral semanal.

Por lo tanto, procedemos a hacer un cuadro indicando las mejoras que se obtuvo a través de la nueva distribución de la planta de la empresa Rectificaciones Augusto



Tabla 6

Cuadro comparativo de la distribución actual y nueva de la planta

variable	Ganancia por rectificado	Jornada laboral	tiempo utilizado por rectificado	Rectificado por semana	rectificados por 4 semanas	tiempo restante por cada 4 semanas	Ganancia por año
<b>Distribución actual de la planta</b>	S/. 142.00	359 min	262.7 min	6 rectificados (1576 min) + 83.2% de 1 rectificado	27 rectificados (7092.9 min)	87.1 min (1.2 %)	329 rectificados (S/. 46.718.00 soles)
<b>Redistribución de la planta</b>	S/. 142.00	359 min	254.2 min	7 rectificados (1779.4 min) + 0.8 % de 1 rectificado	28 rectificados (7117.2 min)	15.6 min (0.8%)	367 rectificados (S/. 52.114.00 soles)

Fuente: Rectificaciones Augusto

Autor: Elaboración propia

Analizando la Tabla 6: cuadro comparativo de la distribución actual y nueva de la planta, determinamos que si calculamos el tiempo restante de la distribución actual de la planta por mes (4 semanas), entonces determinamos que se tiene un tiempo de trabajo de 7180 minutos y determinamos que se realizan aproximadamente 27 rectificados por mes que equivalen a 7092.9 minutos; sin embargo, sobran 87.1 minutos por mes. Si multiplicamos el tiempo que sobra por mes (87.1 minutos) por la cantidad de semanas al año (52), entonces determinamos que al año sobran 4529.2 minutos que equivale a 17 rectificados más. Por lo tanto, la empresa obtiene un total de S/. 46.718.00 al año.

Por otro lado, también determinamos que si calculamos el tiempo restante de la nueva distribución de la planta por mes (4 semanas), entonces determinamos que se tiene un tiempo de trabajo de 7180 minutos y determinamos que se realizan aproximadamente 28 rectificados por mes que equivalen a 7117.2 minutos; sin embargo, sobran 15.6 minutos por mes. Si multiplicamos el tiempo que sobra por mes (15.6 minutos) por la cantidad de semanas al año (52), entonces determinamos que al año sobran 811.2 minutos que equivale a 3 rectificados más por año. Por lo tanto, la empresa obtiene un total de S/. 52.114.00 al año.

Por lo tanto, notamos que en la nueva distribución de planta existe una mejora de un 3.24 % en el aspecto del tiempo. Además, al mejorar el tiempo, también mejorará la productividad ya que el proceso será más rápido y se mantendrá la misma calidad del servicio. Por último, al mejorarse el tiempo en un 3.24 %, mejorará la productividad en un 10.35 % y, por ende, las ganancias económicas también mejorarán en un 10.35 % al año.



A continuación, procedemos a hacer un cuadro donde se explicita únicamente las mejoras generadas por la nueva distribución de la planta en la empresa Rectificaciones Augusto.

Tabla 7

Cuadro comparativo de las mejoras en la empresa Rectificaciones Augusto

<b>VARIABLES</b>	<b>DISTRIBUCIÓN ACTUAL</b>	<b>NUEVA DISTRIBUCIÓN</b>	<b>MEJORA</b>
<b>Tiempo por rectificado</b>	262.7 minutos	254.2 minutos	8.5 minutos
<b>Distancia recorrida</b>	96 metros	32.5 metros	63.5 metros
<b>Capacidad de producción por año</b>	329 rectificados	367 rectificados	38 rectificados – mejora de un 10.35%
<b>Ingresos económicos por año</b>	S/. 46.718.00 soles	S/. 52.114.00 soles	S/. 5.396.00 soles – mejora de un 10.35%

Autor: Elaboración Propia

## 4.2 CONCLUSIONES

- Ha quedado establecido que la nueva distribución de la planta permite mejorar anualmente en un 10.35 % la productividad del área de rectificado en la empresa Rectificaciones Augusto; notamos que existe una mejora de un 3.24 % en el aspecto del tiempo. Además, al mejorar el tiempo, también mejorará la productividad ya que el proceso será más rápido y se mantendrá la misma calidad del servicio. Por último, al mejorarse la productividad, también se mejorarán las ganancias económicas en un 10.35 %.
- De lo anteriormente indicado, deducimos que una óptima redistribución de planta permite elevar al máximo la productividad y, por ende, aumentar los ingresos económicos.
- La distribución de la maquinaria dentro de la planta muestra el efecto que tiene la redistribución de planta en la capacidad de producción.
- Analizar la situación actual del proceso del rectificado y evaluar los indicadores de productividad permitieron tener datos reales de la empresa Rectificaciones Augusto ya que sin dichos datos reales, los resultados pueden entorpecer el proceso del rectificado y hacer que la empresa gaste dinero innecesario.
- El mapeo de procesos permite determinar detalladamente todos los pasos de un proceso para luego analizar los pros y contras de dicho proceso.
- El almacén tiene un espacio de 30 metros<sup>2</sup> y el monoblock ocupa 0.8 metros<sup>2</sup>. Se programa para que el monoblock se entregue en un máximo de 2 días por la urgencia de los motores para sus máquinas. Por lo tanto, en la actual distribución, a la semana se realizan 6 rectificados y cada rectificado ocupa 0.8 metros<sup>2</sup>, entonces solo se ocupa 4.8 metros<sup>2</sup> (16%) del espacio total, pero cabe señalar que los clientes llegan a la planta a recoger su monoblock 2 ó 3 horas antes de la hora de entrega por la urgencia de la misma. Por otro lado, en la nueva distribución, en la nueva distribución, a la semana se realizan 7 rectificados y cada rectificado ocupa 0.8 metros<sup>2</sup>, entonces solo se ocupa 5.6 metros<sup>2</sup> (18.66%) del espacio total, pero cabe señalar que los clientes llegan a la planta a recoger su monoblock 2 ó 3 horas antes de la hora de entrega por la urgencia de la misma.

#### 4.3. RECOMENDACIONES

- Para realizar una redistribución de planta, debemos contar con un método eficaz, eficiente y comprobado sobre redistribución de planta. De lo contrario, no se logrará mejorar la planta y se gastará dinero y espacio en la planta.
- Para realizar una redistribución de planta, el equipo encargado de dicha redistribución debe contar con la participación y compromiso de todos los involucrados en el proceso para lograr los resultados esperados.
- La redistribución de planta tiene como objetivo mejorar la productividad, sin embargo, también es necesario realizar la redistribución pensando en los trabajadores ya que una correcta distribución en la planta mejorará el nivel de vida de los trabajadores y sus condiciones de trabajo.
- Se recomienda que la empresa tome en consideración en su plan estratégico la mejora de procesos de mantenimiento.
- La redistribución de planta es un método eficaz y eficiente para eliminar y/o cambiar malas costumbres en los métodos de trabajo que perjudican las operaciones.
- Tomar en cuenta que una vez que está instalada la redistribución de planta, el principal obstáculo para el real cambio lo constituye los propios trabajadores ya que ellos son los que se encargan de operar la maquinaria dentro de la planta.
- La presente investigación permite ser modelo de análisis e investigación para estudiantes que planean realizar una tesis relacionada a la redistribución de planta.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aprendizaje Virtual Pemex. (2007). *Mapeo de procesos*. Buenos aires: Argentina Recuperado de [http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Mapeo\\_Procesos.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Mapeo_Procesos.pdf)
- Barón Muñoz, Danny A. (2012). *Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil*. (Tesis de pregrado). Universidad Icesi. Santiago de Cali. Colombia. Recuperado de [https://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta\\_redistribucion\\_planta.pdf](https://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta_redistribucion_planta.pdf)
- Bonilla, Elsie. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Primera Edición. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Camacho, Ricardo. (2008). *Qué es un proceso? – Definiciones y elementos*. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/index.php?itemid=19744?&pending=1#pending>
- Camisón, César. (2009). *La gestión de la calidad por procesos. Técnicas y herramientas de calidad*. Material de enseñanza. Recuperado de <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-procesos-tecnicas-herramientas-calidad/tipos-procesos>
- Capotorto, Jorge O. (1990). *Abrasión y rectificado*. Edición Adirox. Buenos Aires. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/23.pdf>
- Chang, Richard Y. (1996). *Mejora Continua de Procesos: Guía Práctica para mejorar procesos y lograr resultados medibles*. Primera edición. Barcelona: Ediciones Granica S.A.
- Chase, R.; Aquilano, N. & Jacobs, F. (2000). *Administración de Producción y Operaciones– Manufactura y Servicios*. Octava edición, Bogotá: Colombia. Mc Graw Hill.
- Chase, Richard B. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. [Versión en línea]. Recuperado de <http://www.mediafire.com/file/ni1cbmpmrg5kxtt/Adop.pdf>
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (2008). *Cálculo de la Capacidad de Producción*. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de [http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Unidad/345/mtp\\_adpro02unidad.pdf](http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Unidad/345/mtp_adpro02unidad.pdf)

- De La Cruz, Juan. (2008). *Gestión de calidad. Sistemas y modelos (segunda parte)*. Material de enseñanza. Recuperado de <http://www.mailmax.com/curso-calidad-gestion/gestion-calidad-procesos-gestion-calidad-clasificacion>
- Moore, James M. (1962). *Plant Layout and Design*. New York: Autor: Edit: The Macmillan Company.
- Moreno Cortés, Carlos A. (2001). *Distribución en planta*. Ciudad de México: México. Recuperado de [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/distribucionenplanta/default23.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/distribucionenplanta/default23.asp).
- Muñoz Cabanillas, Martín. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/munoz\\_cm/munoz.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/munoz_cm/munoz.pdf)
- Muther, Richard. (1956). *Distribución en planta*. España: Editorial Hispano Europea.
- Muther, Richard (1981). *Distribución en planta*. Barcelona. España: Editorial Hispano Europea.
- Pérez Fernández de Velasco, José A. (2010). *Gestión por Procesos*. Cuarta edición. Madrid: ESIC.
- Quiceno Orozco, Oscar D. (2012). *Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo*. (Tesis de pregrado). Universidad Icesi. Santiago de Cali. Colombia. Recuperado de [http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/73152/1/propuesta\\_mejoramiento\\_planta.pdf](http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/73152/1/propuesta_mejoramiento_planta.pdf)
- Rau Álvarez, José A. (2009). *Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1058/RAU\\_ALVAREZ\\_JOSE\\_EQUIPOS\\_BOMBEO\\_AGUA\\_RESIDUALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1058/RAU_ALVAREZ_JOSE_EQUIPOS_BOMBEO_AGUA_RESIDUALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rivero, A. (2010). *Estudio de tiempos y movimientos*. United States of América. Recuperado de <https://ingenieriadeltrabajo042010.wikispaces.com/file/view/M%C3%A9todos+de+Graficaci%C3%B3n+para+el+Estudio+del+Trabajo.pdf>
- Rivas Castillo, N. (2012). *Áreas de mejora en una PYME de alimentos*. (Tesis de pregrado). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/73/A5.pdf?sequence=5>

Roig, Albert. “*L’ avaluació de la qualitat a la Gestió Documental*”. Lligall. Revista catalana d’arxivística, Barcelona, 1998, nº 12 pp. 219-229.

Tovar, Arturo. (2007). *CPIMC: Un modelo de administración por procesos*. Primera edición. México: Panorama Editorial.

Trueba Jainaga, José I. (2009). *Principios básicos de la distribución en planta*. [Versión en línea]. España. Recuperado de [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf)

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Definición de Términos Básicos**

**a) Proceso:** “un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el Servicio diseña, gestiona y mejora sus procesos (acciones) para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes y otros grupos de interés” (Roig, 1998).

**b) Rectificado:** “el rectificado es una operación de mecanizado en la que una herramienta llamada muela arranca virutas cortas y delgadas obteniendo superficies con un grado de terminación superficial, exactitud de forma geométrica y precisión dimensional generalmente superiores a las obtenidas mediante el torneado, el cepillado o el fresado” (Capotorto, 1990).

**c) Distribución de planta:** “la distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio” (Muther, R., 1981).

***Anexo 2: Pulidora de Cilindros***



Elaboración propia



**Anexo 3: Rimadora de Bocina de Biela**



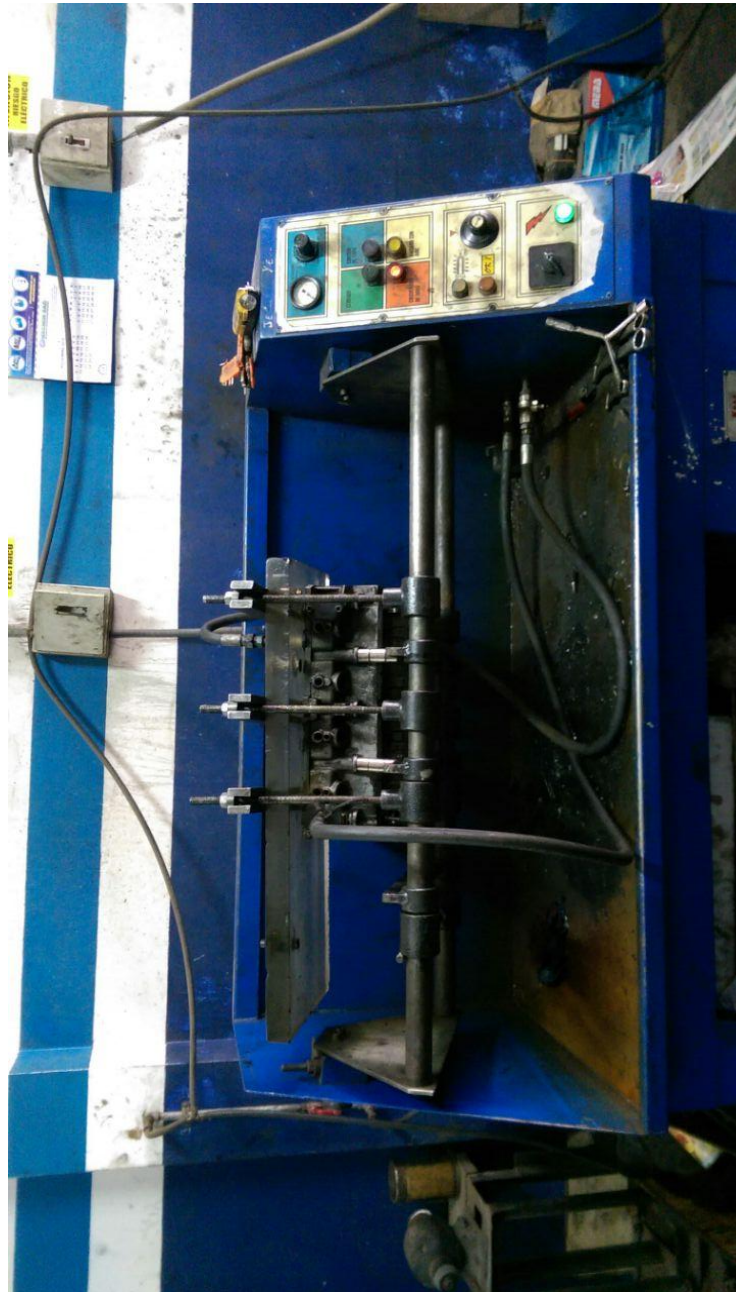
Elaboración propia

**Anexo 4: Rectificadora de Superficie Plana**



Elaboración propia

**Anexo 5: Máquina Probadora de Culata**



Elaboración propia



#### Anexo 6: Magnaflux



Elaboración propia

**Anexo 7: Prensa Hidráulica**



Elaboración propia

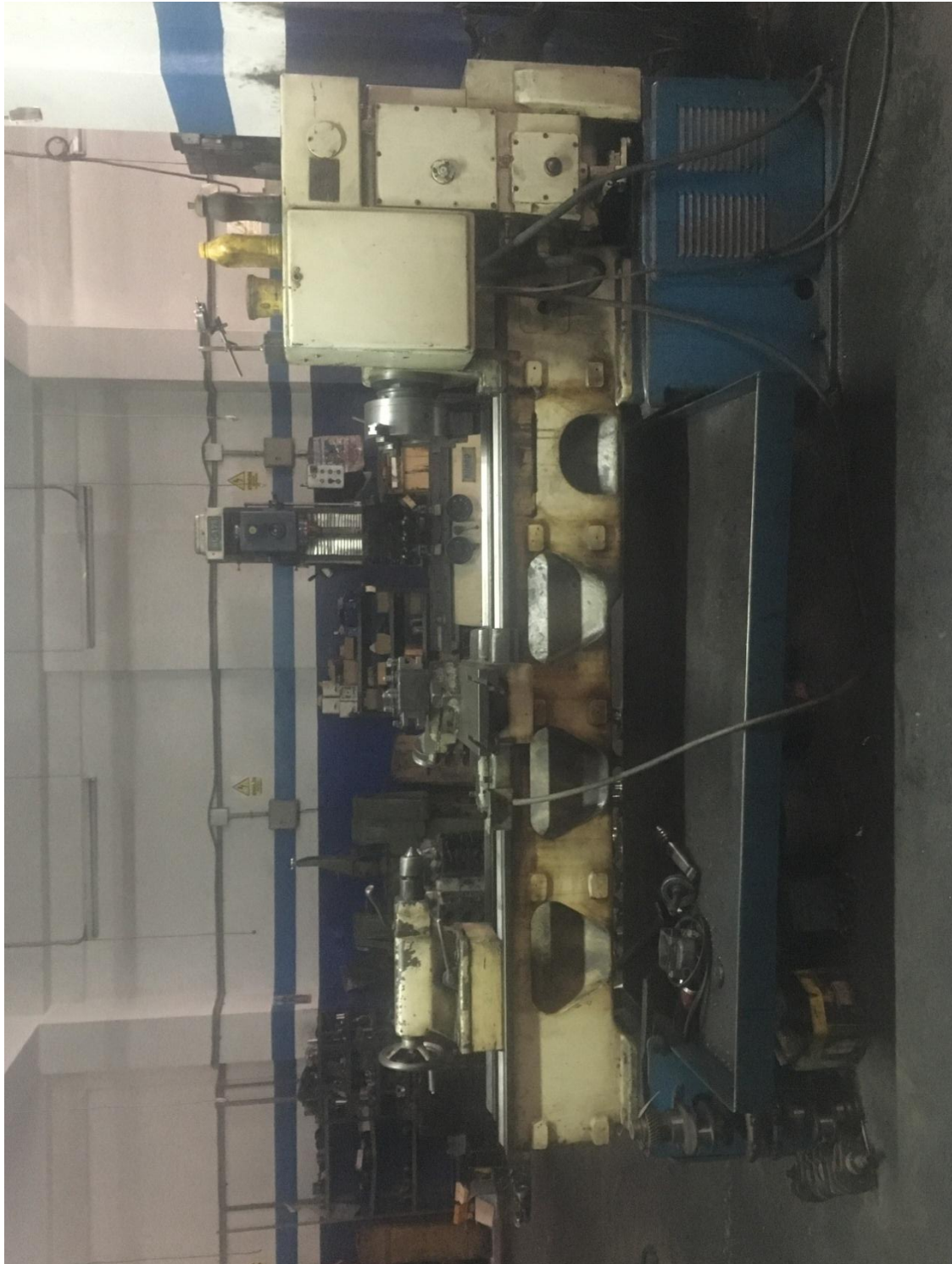
**Anexo 8: Barrenadora**



Elaboración propia.



**Anexo 9: Torno Revolver**



Elaboración propia

**Anexo 10: Rectificadora De Cilindros**



Elaboración propia



**Anexo 11: Rectificadora De Cigüeñales**



Elaboración propia